PREIS
DM 1.20

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

Postversandort München

MIT FERNSEH-TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER · ERSCHEINT AM 5. UND 20. JEDEN MONATS

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

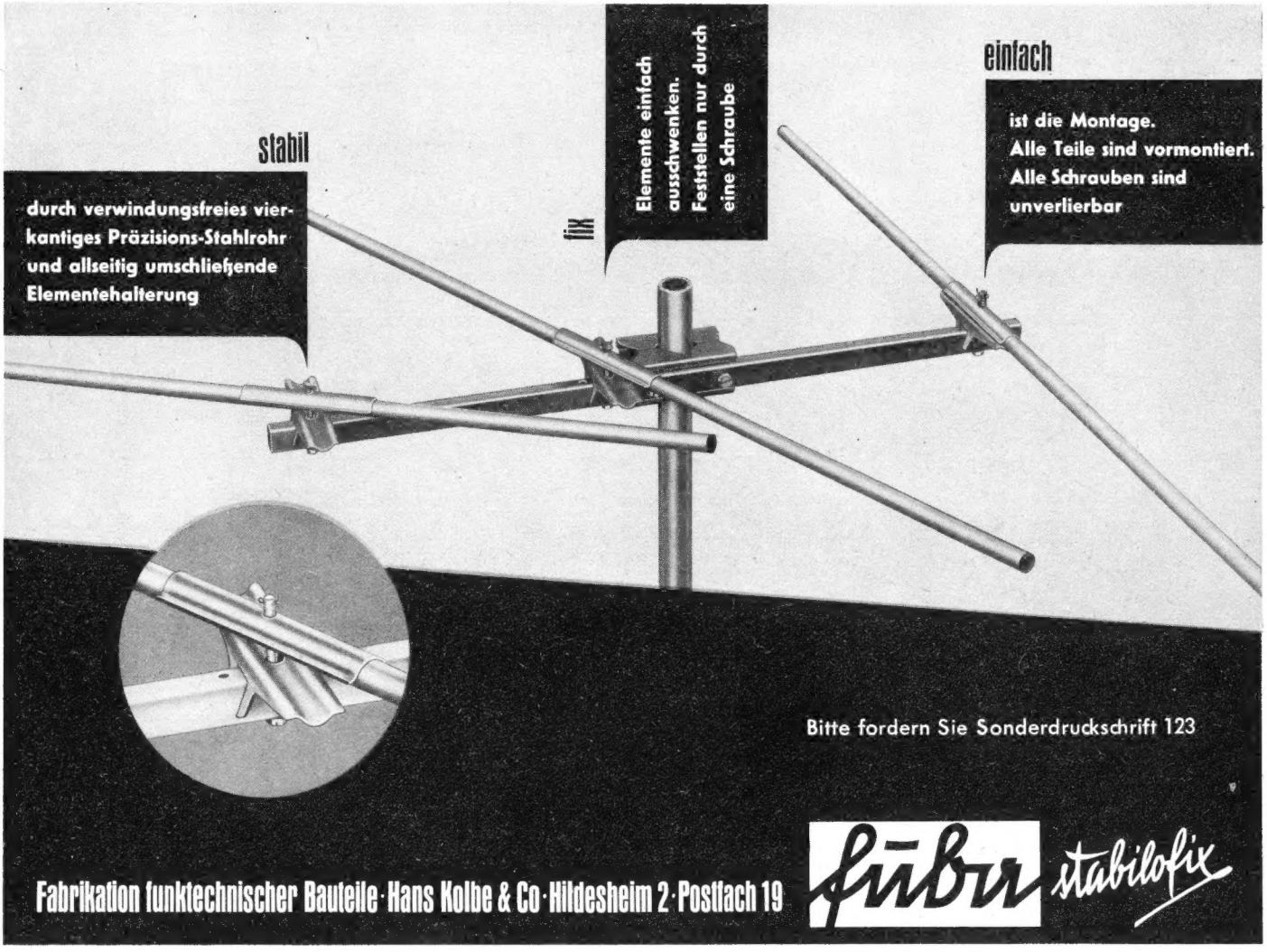
27. JAHRGANG
1. JANUAR-HEFT NR. 1 1955

FRK Liefert alle Ausland-Röhren Brutto-Preisliste I/55 FRK

0 A 2	13.50	2 X 2	12.—	6 AS 6	18.—	6 L 6	12.—	7 C 6	12.—	12 K 8	11.-	35 Y 4	5.—	394 A	36.—	U 78	5.—	**Rabatte**	
0 B 2	13.50	3 A 4	7.—	6 AT 6	6.—	6 L 7	10.-	7 C 7	9.—	12 Q 7	7.50	35 Z 3	7.—	446 A	120.—	W 77	12.—	Einzel-	
0 B 3	9.—	3 A 5	12.—	6 AU 6	7.50	6 M 7	11.—	7 E 5	12.-	12 SA 7	7.50	35 Z 4	7.—	715 B	250.—	X 76	12.—	handel 33⅓ %	
0 C 3	13.50	3 B 7	6.—	6 AV 6	6.-	6 N 7	9.-	7 E 6	15.-	12 SC 7	8.50	35 Z 5	5.-	715 C	530.—	X 81	12.—		
0 D 3	13.50	3 D 6	6.—	6 B 4	12.—	6 Q 7	9.—	7 F 7	9.-	12 SF 5	13.50	35 Z 6	12.—	723 AB	240.—	Z 77	12.—	Groß-	
0 Z 4	6.50	3 LF 4	15.—	6 B 5	18.—	6 R 7	9.-	7 F 8	13.50	12 SF 7	13.50	40	13.50	807	13.20	**Zerhacker**		handel 42 %	
0 Z 4 A	7.—	3 Q 4	7.—	6 B 7	13.50	6 S 7	10.—	7 H 6	12.-	12 SG 7	7.50	41	11.-	613	120.—	6 V 4stift	15.—	auf Konsum-	
1 A 3	7.—	3 Q 5	8.50	6 B 8	9.—	6 SA 7	7.50	7 H 7	12.-	12 SH 7	6.—	42	11.-	814	95.—	12 V 4stift	15.—	typen	
1 A 5	8.—	3 S 4	7.—	6 BA 6	7.50	6 SC 7	8.50	7 J 7	13.50	12 SJ 7	8.-	43	12.—	815	65.—	**Skalenbirne**			
1 A 7	9.—	3 V 4	7.50	6 BE 6	7.50	6 SD 7	9.-	7 K 7	12.-	12 SK 7	7.50	45 Z 3	11.-	829 (B)	120.—	6-8 V, 150 mA	-.70	Bei Spezial-	
1 AD 4	16.—	4 E 27	160.—	6 BG 6	18.—	6 SF 5	12.—	7 L 7	12.-	12 SL 7	9.—	45 Z 5	11.—	832 (A)	100.—	**Taschenlampen-Birne**	—.50	röhr. a. Anfr.	
1 B 3	12.—	5 AZ 4	10.—	6 BH 6	13.50	6 SF 7	13.50	7 N 7	11.—	12 SN 7	9.—	47	12.—	636	58.—	**Fassungen**		Bei Großabn	
1 G 6	3.—	5 R 4	15.—	6 BJ 6	12.—	6 SG 7	8.-	7 Q 7	12.-	12 SQ 7	6.-	50 A 5	7.-	866 (A)	18.—	Miniatur	—.70	Bei Großabn.	
1 H 5	7.—	5 T 4	12.—	6 BK 7	14.—	6 SH 7	7.50	7 R 7	12.-	12 SR 7	8.—	50 B 5	8.50	872 (A)	54.—	Octal	—.70		
1 L 4	7.—	5 U 4	7.—	6 BQ 6	18.—	6 SJ 7	7.—	7 S 7	12.-	12 SX 7	9.—	50 C 5	9.—	884	13.—	Loctal	—.90		
1 L 6	12.—	5 V 4	10.—	6 BQ 7	15.—	6 SK 7	7.—	7 V 7	11.-	14 A 4	10.-	50 L 6	7.—	885	13.50	Noval	—.70		
1 LA 4	12.—	5 W 4	10.—	6 BR 7	18.—	6 SL 7	9.—	7 W 7	10.—	14 A 7	11.-	50 X 6	9.—	954	18.—	4stift	2.70	Versand bei	
1 LA 6	14.—	5 X 3	15.—	6 C 4	6.—	6 SN 7	9.—	7 Y 4	7.-	14 AF 7	13.50	50 Y 6	9.—	955	13.50	für 807	1.20	Aufträgen üb.	
1 LB 4	10.—	5 X 4	9.—	6 C 5	6.—	6 SQ 7	7.—	7 Z 4	7.50	14 B 6	7.-	70 L 7	18.—	956	13.50	für 832	4.20	20 DM spesen-	
1 LC 6	12.—	5 Y 3	5.—	6 C 6	7.—	6 SR 7	7.—	10 (Y)	18.-	14 C 5	15.-	75	9.—	957	16.—	6stift	1.20	frei	
1 LD 5	12.—	5 Y 4	6.50	6 CB 6	9.—	6 SS 7	7.50	12 A 6	8.-	14 H 7	10.—	76	9.—	958 A	18.—	7stift	—.70		
1 LE 3	12.—	5 Z 3	6.—	6 D 6	7.-	6 U 5	10.—	12 A 8	9.—	14 J 7	13.50	78	9.—	959	18.—	Eichel	2.20		
1 LH 4	10.—	5 Z 4	7.50	6 E 5	10.-	6 U 7	10.—	12 AH 7	9.—	14 Q 7	8.50	80	5.—	1613	16.—	**Kinozubehör**			
1 LN 5	10.—	6 A 5	12.—	6 E 8	11.—	6 V 6	7.—	12 AT 6	6.-	14 R 7	15.—	80 S	9.—	1614	16.50	**Projektions-Lampen**		Sämtl. Röhr. s.	
1 N 5	8.—	6 A 7	10.—	6 F 5	11.-	6 W 4	9.—	12 AT 7	10.-	14 S 7	15.-	82	12.-	1616	57.—	110 V 750 W	24.-	geprüft u. mit	
1 Q 5	9.—	6 A 8	10.—	6 F 6	8.—	6 X 4	6.—	12 AU 6	6.-	19 AQ 5	12.—	83	11.—	1619	12.—	120 V 750 W	30.-	ein. Garantie-	
1 R 5	7.50	6 AB 7	12.—	6 F 7	9.—	6 X 5	6.—	12 AU 7	9.-	19 T 8	13.50	100 TH	75.—	1624	18.—	115 V 1000 W	36.-	stemp. verseh.	
1 S 4	10.—	6 AC 7	10.—	6 F 8	8.—	6 Y 6	12.—	12 AV 6	6.-	25 A 6	12.-	100 TS	75.-	1625	18.—	120 V 1000 W (B & H)	38.-	Sonder-Rabatt	
1 S 5	7.—	6 AF 6	12.—	6 G 5	10.—	6 Z 4	9.—	12 AX 7	9.—	25 L 6	7.—	117 L 7	18.-	1629	12.—	**Photozellen**			
1 T 4	7.—	6 AF 7	12.—	6 G 6	6.—	7 A 4	12.—	12 B 7	11.—	25 Z 4	13.50	117 N 7	18.—	2050	18.—	918	48.—	Auf Spezial-	
1 U 4	7.50	6 AG 5	6.—	6 H 6	5.—	7 A 7	12.—	12 BA 6	7.50	25 Z 5	7.50	117 P 7	18.—	2051	15.—	921	40.—	röhr. Betriebs-	
1 U 5	7.—	6 AG 7	13.50	6 H 8	10.—	7 A 8	7.50	12 BA 7	18.—	25 Z 6	6.-	117 Z 3	7.—	9001	13.50	923	42.—	stunden-Gar	
2 A 3	12.—	6 AH 6	13.50	6 J 4	45.—	7 AG 7	13.50	12 BE 6	7.50	30 sp.	12.-	117 Z 4	13.50	9002	13.50	927	42.—		
2 A 5	12.—	6 AK 5	12.-	6 J 5	6.—	7 B 4	8.—	12 BH 7	10.-	35	12.-	117 Z 6	12.—	9003	12.—	930	44.—		
2 C 39 A	220.—	6 AK 6	10.—	6 J 6	10.—	7 B 5	12.—	12 C 8	10.—	35 A 5	7.-	211 (sp.)	32.—	9004	12.—	931 A	210.—		
2 C 40	200.—	6 AL 5	7.—	6 J 7	7.50	7 B 6	12.-	12 H 6	5.-	35 B 5	7.-	250 TH	190.—	9005	18.—	**Tonlampen**		Nicht aufgef.	
2 C 43	180.-	6 AQ 5	7.50	6 K 6	7.50	7 B 7	12.—	12 J 5	6.—	35 C 5	12.-	250 TL	190.—	9006	9.—	**Adapter**		Typen bitte	
2 C 51	32.50	6 AQ 6	7.50	6 K 7	7.—	7 B 8	8.—	12 J 7	8.50	35 L 6	7.—	304 TL	180.—	A 40 N	12.—			anzufragen	
2 K 25	240	6 AS 5	13.50	6 K 8	10.—	7 C 5	9.-	12 K 7	9.—	35 W 4	6.-	307 A	35.50	R 20 N	12.—				

Ein Querschnitt aus unserem Programm
Laufender Eingang neuer Typen

Frankfurter Röhren-Kontor
H. D. Pillack
Frankfurt/M, Elbestraße 49, Ruf 32675



BRANS
FERNSEH-RÖHREN-VADEMECUM

Katalog aller Fernseh-Röhren einschließlich Spezialröhren

Der dritte und abschließende Band von BRANS RÖHREN-VADEMECUM, des großen internationalen Katalogs der Welt-Röhren-Produktion.

Das Handbuch für die Praxis. Wichtig für jeden, der mit Fernseh- und Spezialröhren arbeitet.

IX, 244 Seiten, DIN A 4, mit 443 Schaltbildern. Kartoniert DM 19.50. – Werkstattausgabe in strapazierfähigem Kunstleder-Einband DM 27.50.

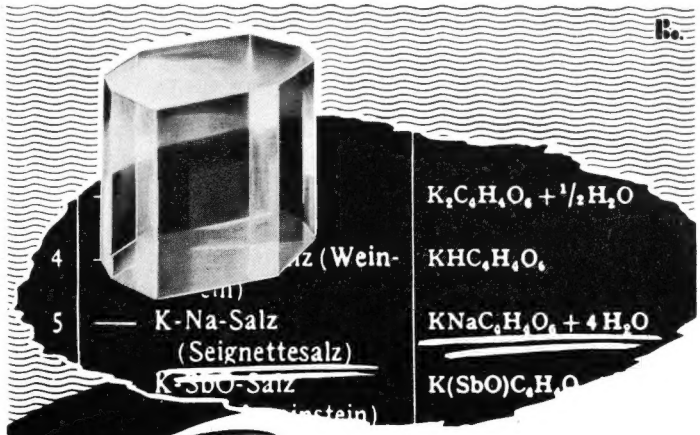
Verlangen Sie den ausführlichen Prospekt vom

Generalvertrieb für Deutschland und Österreich
FRANCKH-VERLAG · STUTTGART

FEHO

Seit **25** Jahren ein Begriff für Qualität und Fortschritt

FEHO-Lautsprecher-Fabrik GmbH. · Remscheid-Bl.



Ein bedeutender Fortschritt

ist das neue

Dual **CDS2-SYSTEM**

auf dem Gebiet neuzeitlicher Phonotechnik. 3 Merkmale unterscheiden es eindeutig von den bisher gebräuchlichen Tonabnehmer-Systemen:

- **Erweiterter Wiedergabebereich** von 20 Hz bis 20 kHz und
- **größtmögliche Verzerrungsfreiheit** bewirken optimale Wiedergabegüte.
- **Geringste Schallrillen-**und **Saphir-Abnutzung** durch bisher unerreicht kleine Auslenkhärte der Abtastnadel von nur 1,1 g/60 µ

Jetzt in den Typen 275 und 1002 F eingebaut.

Dual
GEBRÜDER STEIDINGER
ST. GEORGEN / SCHWARZWALD

Die Kurve Ihres Vertrauens

und hier möchten wir Ihnen zunächst einmal für Ihr Vertrauen danken!

1955 wünschen wir Ihnen alles Gute. Es würde uns freuen, wenn das neue Jahr alle Ihre Erwartungen erfüllt. - Wir selbst werden uns bemühen, unser Teil dazu beizutragen, daß Sie zufrieden sind.

LABOR W

Qualität

seit Jahren schon ein fester Begriff, soll auch in Zukunft unser Programm sein. Unser Wunsch ist, nicht nur Kunden zu haben, sondern wir möchten, daß jeder Labor-W-Kunde zu einem Labor-W-Freund wird.

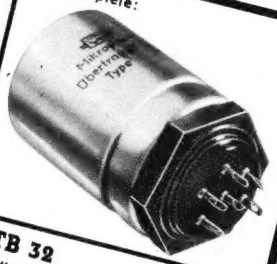
Unsere Erzeugnisse gehören zu den Spitzenfabrikaten. Wir bemühen uns, mit jedem Gerät, seien es

MIKROPHONE
ÜBERTRAGER
VERSTÄRKER
KLEINHÖRER
MESSGERÄTE

immer das Beste zu geben.

Hier nur ein paar Beispiele:

MD 21
ein Universal-Mikrophon hoher Klangtreue
50 bis 15 000 Hz ± 3dB



TB 32
Wirksam abgeschirmter Eingangsübertrager
20 bis 20 000 Hz ± 1 dB

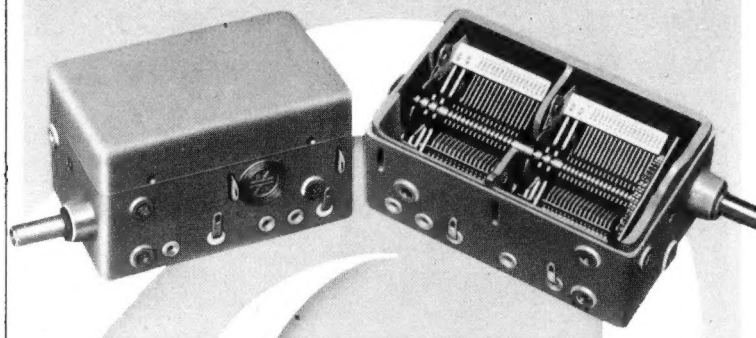
Es steckt schon Wahrheit darin, wenn wir sagen:

Wer die Wahl hat, wählt Labor-W

LABOR W

DR.-ING. SENNHEISER · BISSENDORF (HANN.)

DAU LUFT-DREHKOS



In allen Kombinationen — P. Dau — mit und ohne Zahnrad-Getriebe

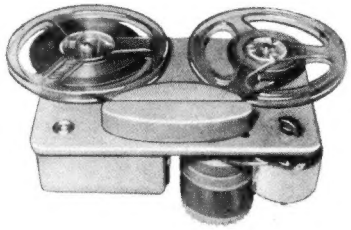
für die gesamte Radio-Industrie

PAUL DAU & CO. / APPARATEBAU

NAGOLD (Württemberg) · Telefon Nagold 389

Einmalige Gelegenheit:

TONBANDGERÄT PAILLARD 54



MAGNETOFON-CHASSIS für Wechselstrom 125/220 Volt, mit Pabst-Motor. Bandgeschwindigkeit 19 cm/sec, Doppelspur, Spieldauer 2 x 30 Minuten, mit eingebautem Verstärker (Röhren EF 40, EL 42 und EM 80) an jedes Rundfunkgerät anzuschließen . . . . . nur **273.50**

Chassis wie vor, jedoch komplett mit hochempfindlichem Kristall-Tischmikrofon und 350 m LGS-Tonband **327.-**

Preise zuzüglich Versandspesen. Nachnahmeversand solange der Vorrat reicht.

TEKA WEIDEN · OBERPFALZ · Bahnhofstraße 570

KLYSTRON

2K25 Betriebsdaten, z. B.: λ = 9,05 — 8,15 cm. Leistung durchschnittl. mind. 140 — 80 mW. Auskopplung über Koaxialkabel.

2K28 Betriebsdaten, z. B.: λ = 3,21 cm. Leistung durchschnittl. mind. 32 — 20 mW. Auskopplung über Hohlleiter.

RAYTHEON-FABRIKAT. Lieferung durch

INTRACO GmbH, München 15, Landwehrstr. 3 · Hamburg 11, Gr. Reichenstr. 27

Rundfunk- und Fernsehsender in der Bundesrepublik, der DDR und in Berlin (einschließlich RIAS = Rundfunk im amerikanischen Sektor Berlins)

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Sender	Leistung kW	Sendegesellschaft oder übertragenes Programm bzw. techn. Bemerkungen
		Langwelle		
151	1987	Hamburg	25	Versuchsprogramm des NWDR 20.00—01.00 Uhr
173	1735	Erding bei München	1000	RIAS (05.30—08.30, 11.45—13.00 Uhr)
185	*1622*	*Königswusterhausen*	*100*	*„Deutschlandsender“*
263	*1141*	*Königswusterhausen*	*20*	*zeitweilig „Deutschlandsender“, sonst russisch. Soldatensender Wolga*
		Mittelwelle		
520	*577*	*Beeskow*	*5*	*Regionalsender*
520	577	Bayreuth	0,25	BR (nur nachts)
520	577	Kempten	0,4	BR (nur nachts)
520	577	Nürnberg II	5	BR (nur tagsüber)
520	577	Passau	2	BR (nur nachts)
520	577	Braunschwg.-Salzgitter	2	NWDR
557	*539*	*Potsdam-Babelsberg*	*20*	*„Berlin II“*
566	530	Berlin	20/5	SFB (tagsüber Rundstrahler 20 kW, nachts Abschirmung nach W, 5 kW)
575	522	Mühlacker	100	SDR (nachts Abschirmung nach NO)
575	*522*	*Burg bei Magdeburg*	*300*	*„Berlin I“*
593	506	Frankfurt a. M.	100	HR (nachts Abschirmung nach N, SO und SW)
593	506	Meissner	20	HR (nachts Abschirmung nach N)
611	*491*	*Berlin*	*20*	*„Berlin II“*
656	*457*	*Greifswald*	*5*	*Regionalsender*
683	439	Berlin	100	RIAS (05.00—18.00 Uhr)
688	*436*	*Hildburghausen/Thür.*	—	*„Berlin I“*
701	428	Aachen-Stolberg	2	NWDR
701	428	Herford	2	NWDR
701	428	Norden-Osterloog	2	NWDR
728	*412*	*Schwerin/Wöbbelin*	*20/220*	*„Berlin II“*
737	407	Hof	40	RIAS (05.00—02.00 Uhr)
737	*407*	*Burg bei Magdeburg*	—	*— — (Frequenz sehr unstabil)*
782	*384*	*Berlin-Köpenick (Grünau)*	*500*	*„Deutschlandsender“*
800	375	München	100	BR (nachts Abschirmung nach NO)
821	*364*	*Saalfeld*	—	*Regionalsender*
827	363	Baden-Baden	1,5	SWF
827	363	Freiburg	40	SWF
827	363	Kaiserslautern	3	SWF
827	363	Koblenz	0,5	SWF
827	363	Sigmaringen	1	SWF
827	363	Trier	1	SWF
858	*350*	*Erfurt*	*20*	*„Berlin II“*
881	*341*	*Königswusterhausen*	*20*	*„Berlin I“*
890	*337*	*Inselsberg bei Gotha*	*5*	*Regionalsender*
912	*329*	*Reichenbach/Oberlausitz*	*2*	*„Berlin I“*
962	*312*	*Leipzig*	*70/120*	*„Berlin I“*
971	309	Göttingen	5	NWDR
971	309	Hamburg	100	NWDR
971	309	Langenberg	100	NWDR
975	*308*	*Beeskow/Halle*	—	*Regionalsender*
989	303	Berlin	100/300	RIAS (03.00—13.00 mit 200 kW, 13.00—01.00 mit 300 kW, 01.00—03.00 mit 100 kW)
989	*303*	*Erfurt*	*20*	—
998	301	Heidelberg	8	SDR (Abschirmung nach O)
1016	295	Rheinsender	70	SWF (Abschirmantenne)
1043	*288*	*Dresden-Wilsdruff*	*220*	*„Berlin II“*
1079	278	Bremerhaven	2	Radio Bremen
1079	*278*	*Plauen i. V.*	*20*	*„Berlin I“*
1169	257	Ulm-Jungingen	3	SDR
1169	257	Heilbronn	8	SDR
1196	*251*	*Halle-Bernburg*	*20*	*„Berlin II“*
1358	221	Bremen	20	Radio-Bremen
1412	212	Bad Mergentheim	3	SDR
1484	202	Berlin	2	SFB (2. Programm)
1484	202	Coburg	2	BR (nur nachts)
1484	202	Landshut	2	BR (nur nachts)
1484	202	Regensburg	2	BR (nur nachts)
1484	202	Weiden	1	BR (nur nachts)
1484	202	Würzburg	2	BR (nur nachts)
1502	200	Münster	0,4	NWDR
1538	195	Bad Dürkheim	20	SWF
1538	195	Ravensburg	40	SWF
1538	195	Reutlingen	5	SWF
1570	191	Flensburg	1,5	NWDR
1570	191	Lingen	2	NWDR
1586	189	Bonn	5	NWDR
1586	189	Hannover	20	NWDR
1586	189	Kiel	5	NWDR
1586	189	Kleve	0,4	NWDR
1586	189	Oldenburg	40	NWDR
1586	189	Osnabrück	5	NWDR
1602	187	Hof	0,4	BR
1602	187	Kirchheim/Schwaben	20	BR (nur nachts)
1602	187	Landau/Isar	20	BR (nur nachts)
1602	187	Nürnberg I	20/40	BR (tagsüber 20 kW, nachts 40 kW)

Ultrakurzwellensender in der Bundesrepublik, der DDR und in Berlin (einschließlich RIAS = Rundfunk im amerikanischen Sektor Berlins)

Kanal	Frequenz MHz	Sender	Leistung Senderausgang kW	Leistung effekt. Strahl. kW	Antennenanlage (R = Rundstrahlant.)	Rundfunkanstalt und Programm
2	87,6	Tegernseer Tal	0,1	0,1	R	BR (2. Pr.)
		Büttelberg (Frankenhöhe)	5	15	R, SO bevorz.	BR (2. Pr.)
		Geisslingen-Oberböhringen	0,25	0,5	R	SDR (2. Pr.)
		Witthoh/Hegau I	1	25	Richtantenne in 50°	SWF (1. Pr.)
3	87,9	Landshut	0,1	0,3	R	BR (2. Pr.)
		Langenberg	10	52	R	NWDR (MW-Pr.)
		Lübeck (Seefahrtsschule)	0,25	0,5	R	NWDR (Nord)
		Heidelberg II	10	40	R	SDR (2. Pr.)
		Blauen II	3	7,5	R	SWF (2. Pr.)
3+	*88,0*	*Leipzig*	3	—	*R*	*„Berlin I“*
4	88,2	Ochsenkopf (Fichtelgebirge)	10	60	R	BR (2. Pr.)
		Raichberg II	3	10	R	SWF (2. Pr.)
		Gerolstein (Schartenberg)	3	—	R	SWF (1. Pr.)
5	88,5	Gelbelsee/ Eichstädter Alb	3	9	R	BR (2. Pr.)
5+	88,54	Feldberg/Ts.	10	55	R	HR (MW-Pr.)
		Hamburg-Billwerder	10	47	R	NWDR (Nord)
6	88,8	Burgstall/ Hoher Bogen	3	30	Richtantenne in 235°	BR (2. Pr.)
		Bonn (Venusberg)	0,25	0,5	R	NWDR (West)
		Göttingen (Nikolausberg)	1	1,50	R	NWDR (Nord)
	68,8	*Berlin*	3	9	R	RIAS (2. Pr.)
		Mühlacker	1	4,5	R	SDR (2. Pr.)
6+	88,85	Bad Mergentheim	0,05	0,1	R	SDR (2. Pr.)
7	89,1	Traunstein (Hochberg)	1	3	R	BR (2. Pr.)
		Aachen-Stolberg	1	3	R	NWDR (West)
		Bremen	3	11,5	Richtantenne in Richtung 340°—160°	Radio Bremen (2. Pr.)
		Aalen II	3	18	R	SDR (2. Pr.)
		Hochrheinsender I	0,1	0,07	R	SWF (1. Pr.)
7+	*89,2*	*Schwerin*	3	—	—	*„Berlin I“*
8	89,4	Rotbühl b. Hirschau	3	17	R, Süden bevorzugt	BR (2. Pr.)
		Flensburg	3	13	R	NWDR (Nord)
		Hornisgrinde II	10	50	R	SWF (2. Pr.)
		Betzdorf II	0,25	0,35	R	SWF (2. Pr.)
9—	89,6	Stuttgart (Funkhaus)	0,25	0,3	R	SDR (2. Pr.)
9	89,7	Berchtesgaden	0,25	0,35	R	BR (2. Pr.)
		Hohenpeißenberg	3	10	R	BR (2. Pr.)
		Hardberg/Odenwald	0,25	0,5	R	HR (2. Pr.)
9+	89,71	Hoher Meissner	10	90	R	HR (2. Pr.)
9+	89,74	Würzburg/Odenwald	0,25	0,5	R	HR (2. Pr.)
		Köln (Hansaring)	0,25	0,5	R	NWDR (West)
9+	*89,8*	*Dresden*	3	—	—	*„Berlin I“*

Erläuterungen:

AFN	American Forces Network
BBC	British Broadcasting Corporation
BFN	British Forces Network
BR	Bayerischer Rundfunk
HR	Hessischer Rundfunk
NWDR	Nordwestdeutscher Rundfunk
SFB	Sender Freies Berlin
SDR	Süddeutscher Rundfunk
SWF	Südwestfunk
1. Pr.	Erstes Programm
2. Pr.	Zweites Programm
MW-Pr.	Mittelwellenprogramm
Nord	UKW-Nord des NWDR
West	UKW-West des NWDR

kursiv Sender im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik (DDR)

Berlin I, *Berlin II*, *Deutschlandsender*: Die drei Sendefolgen des „Staatlichen Rundfunkkomitees“, Berlin-Oberschöneweide (DDR)

Ultrakurzwellensender (Fortsetzung)

Kanal	Frequenz MHz	Sender	Leistung Sender-ausgang kW	Leistung effekt. Strahl. kW	Antennenanlage (R = Rundstrahlant.)	Rundfunkanstalt und Programm
10—	89,9	Baden-Baden II	0,25	0,75	Hauptrichtung S	SWF (2. Pr.)
10	90,0	Coburg (Eckartsberg)	1	3	R	BR (2. Pr.)
		Wendelstein	10	100	Richtantenne in 0°	BR (2. Pr.)
		Heide-Dithmarschen	3	15	R	NWDR (MW-Pr.)
		Berlin-Witzleben	3	10	R	SFB (1. Pr.)
		Waldenburg I	10	100	R	SDR (1. Pr.)
		Haardtkopf	5	25	R	SWF (2. Pr.)
11	90,3	Bad Reichenhall	0,25	0,35	R	BR (2. Pr.)
		Weinbiet	3	15	R	SWF (2. Pr.)
12—	90,5	Grünten/Allgäu	10	100	Richtantenne in 5°	BR (2. Pr.)
12	90,6	—	—	—	—	—
13	90,9	Bamberg (Geisberg)	1	3	R	BR (2. Pr.)
		Braunschweig-Salzgitter	1,5	2,5	R	NWDR (Nord)
		Stuttgart-Degerloch II	10	40	R	SDR (2. Pr.)
		Koblenz II	1	2,5	R	SWF (2. Pr.)
13+		*Marlow*	—	—	—	*„Berlin II"*
14	91,2	Würzburg (Frankenwarte)	1	3	R	BR (2. Pr.)
		Biedenkopf/Lahn	10	55	R	HR (2. Pr.)
		Oldenburg-Etzhorn	10	34	R	NWDR (Nord)
		Geisslingen-Oberböhringen I	0,25	3	R	SDR (1. Pr.)
		Witthoh-Hegau II	1	25	Richtantenne in 50°	SWF (2. Pr.)
		Potzberg II	3	18	Hauptrichtung NW/SO	SWF (2. Pr.)
15	91,5	Brotjacklriegel	10	60	R	BR (2. Pr.)
		Nürnberg-Schweinau	0,15	0,5	R	BR (2. Pr.)
		Bungsberg/Holstein	1	2,5	R	NWDR (MW-Pr.)
		Kleve	0,25	0,25	R	NWDR (West)
		Heidelberg I	1	4	R	SDR (1. Pr.)
		Ulm-Wilhelmsburg	0,25	0,5	R	SDR (1. Pr.)
16	91,8	Lindau	0,25	0,5	R	BR (2. Pr.)
		München-Freimann	0,15	0,5	R	BR (2. Pr.)
		Gerolstein (Schartenberg)	3	—	—	NWDR (West)
		Siegen (Giersberg)	0,25	0,5	R	NWDR (West)
		Bremerhaven	0,25	0,5	R	Radio Bremen (2. Pr.)
		Raichberg I	3	15	R	SWF (1. Pr.)
17	92,13	Feldberg/Ts.	10	55	R	HR (2. Pr.)
18	92,4	Lingen	3	11	R	NWDR (Nord)
		Waldburg	3	15	R	SWF (2. Pr.)
18+	92,5	Baden-Baden I	0,25	0,75	Hauptrichtung S	SWF (1. Pr.)
		Berlin	—	—	—	*„Berlin II"*
19	92,7	Aalen I	3	18	R	SDR (1. Pr.)
		Hochrheinsender II	0,1	0,07	R	SWF (2. Pr.)
20	93,0	Kreuzberg/Rhön	10	100	Richtantenne in 180°	BR (2. Pr.)
		Kreuzeck b. Garmisch	0,15	0,5	Richtantenne in 345°	BR (2. Pr.)
		Passau (Kühberg)	0,15	0,5	R	BR (2. Pr.)
		Hannover-Hemm.	10	46	R	NWDR (Nord)
		Hornisgrinde I	10	50	R	SWF (1. Pr.)
		Betzdorf I	0,25	0,35	R	SWF (1. Pr.)
21	93,3	Dannenberg/Elbe	0,5	2	R	NWDR (Nord)
		Köln (Hansaring)	1	2,5	R	NWDR (MW-Pr.)
		Norden-Osterloog	3	12	R	NWDR (Nord)
21	93,3	Mainz	0,05	0,03	R (Frequenzumsetzer)	SWF (2. Pr.)
22	93,6	Heide-Dithmarschen	3	15	R	NWDR (Nord)
		Osnabrück	1,5	2	R	NWDR (Nord)
		Berlin-Witzleben	3	10	R	SFB (2. Pr.)
		Waldenburg II	10	100	Hauptrichtung N	SDR (2. Pr.)
		Haardtkopf I	5	25	R	SWF (1. Pr.)
23	93,9	Moritzberg bei Nürnberg	3	10	R	BR (2. Pr.)
		Nordhelle bei Herscheid	3	16	R	NWDR (Nord)
23+	*94,0*	*Inselsberg b. Gotha*	—	—	—	*„Berlin I"*
24	94,2	Augsburg-Göggingen	0,15	0,5	R	BR (2. Pr.)
		Pfaffenberg b. Aschaffenburg	3	17	R	BR (2. Pr.)
		Kiel-Kronshagen	1	2	R	NWDR (Nord)
		Teutoburger Wald (Bielstein)	10	108	R	NWDR (West)
25	94,5	Hohe Linie b. Regensburg	3	17	R, WSW bevorzugt	BR (2. Pr.)
		Münster	1	3,5	R	NWDR (West)
		Stuttgart-Degerloch II	3	10	R	SDR (2. Pr.)
		Koblenz I	1	2,5	R	SWF (1. Pr.)
25+	*94,6*	*Brocken/Harz*	3	—	—	*„Berlin II"*
26	94,8	—	—	—	—	—
27	95,1	Hamburg (Mittelweg)	0,04	0,05	R	NWDR (MW-Pr.)
27+	*95,2*	*Rheinsberg*	—	—	—	*„Berlin II"*
28	95,4	Potzberg I	3	16	Hauptrichtung NW/SO	SWF (1. Pr.)
29	95,7	Bungsberg/Holstein	1	2,5	R	NWDR (Nord)
		Langenberg	10	95	R	NWDR (West)
		Blauen I	1	2,5	R	SWF (1. Pr.)
30	96,0	Linz/Rhein II	3	15	R	SWF (2. Pr.)
31	96,3	Hamburg-Billwerder	1	4,5	R	NWDR (West)
32	96,6	—	—	—	—	—
33	96,9	Bremen (Funkhaus)	0,25	0,32	Richtantenne in Richtung 270° bis 145°	Radio Bremen (1. Pr.)
		Wolfsheim I	3	18	R	SWF (1. Pr.)
34	97,2	—	—	—	—	—
35	97,5	—	—	—	—	—
36	97,8	Hannover-Hemmingen	0,8	3,5	R	NWDR (MW-Pr.)
		Linz/Rhein I	3	15	R	SWF (1. Pr.)
37	98,1	—	—	—	—	—
38	98,4	Monschau	0,05	0,06	R	NWDR (West)
39	98,7	—	—	—	—	—
40	99,0	Teutoburger Wald (Bielstein)	10	108	R (ab Frühjahr 1955 wieder auf 90,6 MHz)	NWDR (MW-Pr.)
41	99,3	Wolfsheim II	3	18	R	SWF (2. Pr.)
42	99,6	—	—	—	—	—

Andere UKW-Rundfunksender in der Bundesrepublik und Berlin

2	87,6	Berlin	10	—	R	BFN u. BBC
16—	91,7	Frankft. a. M.-Höchst	0,25	—	R	AFN
23	93,9	Heidelberg	0,25	—	R	AFN
26+	94,9	Feldberg/Ts.	10	40	R	AFN
32	96,6	Herford-Egge	1	2	R	BFN
41	99,3	Drachenberg/Harz	10	—	R	BFN u. BBC

Fernsehsender in der Bundesrepublik und Westberlin

Kanal	Trägerfrequenz Bild MHz	Trägerfrequenz Ton MHz	Sender	Senderausgangsleistung Bild kW	Senderausgangsleistung Ton kW	effekt. Strahlungsleistung Bild kW	effekt. Strahlungsleistung Ton kW	Antenne	Rundfunkanstalt
3—	55,24	60,74	Bremen (U)	0,04	0,008	0,1	0,02	Richtantenne in 120° bis 270°	RB
4—	62,2395	67,7395	Raichberg[1])	2	0,4	8	1,6	Rundstrahler	SWF
5	175,25	180,75	Bonn (U)	0,04	0,008	0,24	0,05	2 × 1 Achterfeld	NWDR
6	175,25	180,75	Biedenkopf (U)	0,04	0,008	0,08	0,016	Richtantenne ONO	HR
6	182,25	187,75	Trier (U)	0,04	0,008	0,6	0,12	Richtantenne in 35° u. 145°	SWF
6+	182,25	187,75	Moritzberg bei Nürnberg (U)	0,05	0,01	0,5	0,1	Richtantenne	[3])
7°	182,2605	187,7605	Koblenz[1])	2	0,4	40	8	Rundstrahler	SWF
7	189,25	194,75	Meissner (U)	0,05	0,01	0,75	0,15	Achterfeld, Richtung NW	HR
7	189,25	194,75	Berlin-Witzleben	1	0,2	5	1	Rundstrahler	SFB
7	189,25	194,75	Baden-Baden (U)	0,04	0,008	0,6	0,12	Richtantenne in 260°	SWF
7	189,25	194,75	Freiburg (U)	0,005	0,001	0,08	0,016	Richtantenne in 30°	SWF
7	189,25	194,75	Kaiserslaut. (U)	0,005	0,001	0,08	0,016	Richtantenne in 180°	SWF
8—	189,25	194,75	Zweibrücken (U)	0,005	0,001	0,08	0,016	Richtantenne in 60°	SWF
8+	196,2395	201,7395	Hannover-Hemm.	1	0,2	4,3	0,9	Rundstrahler	NWDR
9	196,2605	201,7605	Feldberg/Ts.	10	3	100	30	Rundstrahler	HR
9—	203,25	208,75	Hamburg-Billw.	10	2	92	18	Rundstrahler	NWDR
9	203,2395	208,7395	Langenberg	10	2	92	18	Rundstrahler	NWDR
10	203,25	208,75	Hornisgrinde	2	0,3	100	15	Richtantenne in 212° u. 322°	SWF
10+	210,25	215,75	Wendelstein	10	2	100	20	Richtantenne in 0°	BR
10	210,2605	215,7605	Harz-West (Torfhaus) (U)	0,04	0,008	0,4	0,08	1 × 2 Achterfelder, 0°	NWDR
11—	210,25	215,75	Weinbiet	1	0,2	46	9,6	Richtantenne in 35° u. 145°	SWF
11	217,2395	222,7395	Köln (Hansaring)	1	0,2	5	1	Rundstrahler	NWDR
	217,25	222,75	Stuttgart (Frauenkopf)	0,25	0,06	2	0,5	Rundstrahler	SDR

Fernsehsender in Ostberlin und im Gebiet der DDR

OIR-Kanal[4])	Trägerfrequenzen Bild MHz	Trägerfrequenzen Ton MHz	
I	41,75	48,25	Berlin (Müggelberge)
III	59,25	65,75	Leipzig (Karl-Marx-Hochhaus)
—	99,90	105,40	Berlin (Stadthaus)[5])
1	145,25	151,75	Dresden-Radebeul

Erläuterungen:
[1]) in Bau, außerdem in Bau:
Bremen-Oldenburg — Kanal 2/NWDR
Kiel — Kanal 11/NWDR
Teutoburger Wald (Bielstein) — Kanal 11/NWDR
[2]) wird nach Inbetriebnahme des Hauptsenders Koblenz stillgelegt.
[3]) Versuchssender des Rundfunktechnischen Instituts.
(U) = Frequenzumsetzer (Fernseh-Kleinsender)
[4]) Kanalbreite 8 MHz, Trägerfrequenzabstand 6,5 MHz
[5]) Versuchssender
Die angegebenen effektiven Strahlungsleistungen beziehen sich stets auf die Hauptstrahlrichtungen der Richtantennen.

Funkschau
MIT FERNSEH-TECHNIK
27. JAHRGANG
1. Januar-Heft 1955 Nr. 1

Frequenzsorgen in Europa

Ausreichende Frequenzzuteilungen sind die Voraussetzung für die Rundfunkversorgung. Das ist eine etwas simple Wahrheit, deren eminente Wichtigkeit aber die Entwicklung in allen Frequenzbereichen beweist. Der Vorrang der „Frequenz" vor der Sendertechnik ist offenkundig; Leistung und sorgfältig berechnete Richtantenne stehen hinsichtlich der Wirkung eines Senders auf Lang- und Mittelwellen erst an zweiter Stelle. Aber auch im Kurzwellen- und Ultrakurzwellenbereich bleibt die Frequenzverteilung für die künftige Entwicklung des Rundfunk- und Fernsehdienstes entscheidend. Nun ist im gespaltenen Europa der Einfluß der Politik ein zusätzlicher, schwerwiegender Faktor. Er war nicht nur auf den Wellenkonferenzen in Kopenhagen und Stockholm spürbar, sondern spielte vor allem bei der späteren Durchführung der mühsam gezimmerten Frequenzpläne eine Rolle, und er spricht über die Wirksamkeit der Abmachungen das letzte Wort. Das buntscheckige Europa ist weit schwieriger zu ordnen als etwa die staatlich homogenen USA. Dort verteilte die Federal Communications Commission (FCC) über die 9,3 Mill. qkm Fläche der USA und ihrer amerikanischen Besitzungen nach einheitlichen Gesichtspunkten 440 Fernseh- und 3200 Rundfunksender (AM und FM). Sie sind den spezifisch amerikanischen Bedürfnissen der Bevölkerung angepaßt und daher wohlgeordnet.

In Europa bildet die größte Schwierigkeit die Tatsache, daß der Kopenhagener Wellenplan von 1948, der die 136 Frequenzkanäle auf Lang- und Mittelwellen mit 427 Stationen besetzte, praktisch nur noch auf dem Papier steht. Große Länder — etwa Deutschland und Spanien — waren an den Beratungen nicht beteiligt und erhielten wenige und schlechte Frequenzen zugeteilt. Die amerikanischen Ansprüche auf europäische Frequenzen blieben vollends unberücksichtigt. Die Folgen sind bekannt und weidlich diskutiert worden. Heute arbeiten im europäischen Sendebereich (bis zum Ural im Osten und einschließlich der nordafrikanischen Randgebiete des Mittelmeers im Süden) annähernd 800 Stationen. Das sind 85 Prozent mehr als zugelassen wurden — wobei man wissen muß: die Experten verteilten in Kopenhagen jene 427 Sender bereits mit klopfenden Herzen, denn schon damit schien die Tragfähigkeit der Lang- und Mittelwellen bis zum äußersten belastet zu sein. Jene 85 Prozent Überbelegung erzeugen das heute sattsam bekannte Chaos. Kaum 60% aller Langwellen- und höchstens 10% aller Mittelwellenkanäle sind noch störungsfrei; die Zahl der wirklich gut hörbaren Mittelwellenstationen schwankt je nach Empfangsort im Bundesgebiet zwischen zehn und fünfzehn. Darunter ist außer dem Ortssender kaum jemals eine deutsche Station.

Selbst die Gemeinschaftsfrequenz 1484 kHz ist erledigt; der Vierteljahresbericht 18 vom Dezember 1954 des Technischen Zentrums der UER in Brüssel verzeichnet auf dieser Frequenz 64 Sender. Vor einigen Monaten waren es noch mehr, jedoch flüchtete manche Station, wie etwa einige Nebensender des Bayerischen Rundfunks, auf bessere Wellen. Unsere auf den vorhergehenden Seiten veröffentlichten Tabellen der deutschen Rundfunksender bieten manches Anschauungsmaterial. Allein auf Lang- und Mittelwellen tummeln sich 75 Sender der Bundesrepublik und der DDR. Einschließlich AFN, BFN, „Freies Europa", RIAS, „Stimme Amerikas" und russischer Soldatensender werden beide Wellenbereiche von deutschem Boden aus mit 100 Sendern belastet. Hier spielt auch die zentrale Lage Deutschlands eine Rolle, dessen Gebiet von Ost und West, Nord und Süd durch Sender anderer Länder bedrängt wird. Es blieb den deutschen Rundfunkanstalten also nichts weiter übrig, als die zusammengeschrumpften Versorgungsgebiete der Großsender durch zahllose Nebensender mühsam zu erweitern. Diese Erscheinung ist auch in anderen europäischen Ländern festzustellen, so daß die erwähnte Zahl von 800 Stationen sehr wohl zu erklären ist. Das Ganze ist ein Teufelskreis: die zu geringe Zahl von Kanälen ergibt schlechten Empfang — dies bedingt den Bau neuer Sender, die den Empfang weiter verschlechtern ...

Nun liegt der Ausweg eindeutig im UKW-Bereich. Rundfunkanstalten, Industrie und Hörer haben diesen Weg mit aller Konsequenz beschritten, so daß das Programmangebot für den Rundfunkteilnehmer nicht geringer geworden ist, wenn auch der echte Fernempfang der dreißiger Jahre dahin ist. Allerdings bleibt es zweifelhaft, ob er heute qualitativ befriedigen würde; die UKW-Qualität hat den deutschen Rundfunkhörer verwöhnt und ist im Begriff, in den anderen europäischen Ländern das gleiche zu erreichen. Im Bundesgebiet und Westberlin dürfte der UKW-Bereich von 87,5 bis 100 MHz für 246 Sender laut Stockholmer Plan und vielleicht noch für einige mehr tragfähig sein. Zur Zeit steht die Hälfte.

Mehrfach sind Vorschläge für eine radikale Änderung der europäischen Frequenzsituation bekanntgeworden. Erst kürzlich setzte sich Eduard Rhein temperamentvoll für einen interessanten Plan ein: der Rundfunk soll sich für regionale Zwecke fast völlig auf UKW verlagern, so daß auf Mittelwellen unter Erhöhung des Trägerfrequenzabstandes auf 10 kHz etwa 50 bis 60 sehr starke Stationen auf Exklusivwellen Platz finden. Ihre Leistung müßte im Hinblick auf den „Luxemburgeffekt" auf 600 kW begrenzt werden.

Leider setzen Pläne dieser Art eine höhere Vernunft der Verantwortlichen als bisher voraus. Die Techniker wären, wie immer, rasch mit klaren Lösungen bei der Hand, dagegen sind die Staatsmänner nicht so schnell bereit. Das muß offen ausgesprochen werden, obwohl derartige Bemerkungen in einer technischen Zeitschrift eigentlich fehl am Platze sind. Wie man weiß, sind Rundfunkwellen aber ein Politikum geworden. Man merkt es wahrhaftig.

Karl Tetzner

Aus dem Inhalt:

Frequenzsorgen in Europa 1

Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik:

Funksprechgeräte für Segelflugzeuge . . . 2

Der Übertragungs-Wagen im Handkoffer 2

Schwarzseher-Spürgerät der Bundespost . 3

Traktor-Radio 3

Ferrit-Antenne 3

Nylonfaden gegen Heizfaden 3

Aktuelle FUNKSCHAU 4

Vom Kaltleiter und seinen Anwendungen 5

Vorsicht Hochspannung! 8

Aus der Welt des Funkamateurs:

Neue Grid-Dipmeter-Schaltung 8

Frequenzstabiler Oszillator 8

Praktischer Sägezahngenerator 9

Funktechnische Fachliteratur 10

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten:

Nf-Breitband-Röhrenvoltmeter 11

Chemie und Elektrotechnik 15

Bau von Ablenkspulen für Fernsehempfänger 16

Diodenmischung für Fernsehton-Empfang 18

Zusatzteile für das Mehrzweckprüfgerät 18

Schmalfilmkamera synchronisiert das Magnettonband 19

Von der „Flasche" zum Stabmikrofon . . . 19

Vorschläge für die Werkstattpraxis:

Impulsgeber mit NTC-Widerständen . . . 20

Die Funkwerkstatt im Wohnzimmer . . . 21

Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion . . 22

Neuerungen/Werks-Veröffentlichungen . 22

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

Ingenieur-Beilage Nr. 1

Die Technik des Dezimeterwellen-Eingangsteiles bei Fernsehempfängern . . 1

Kompensation der Ausgangsdämpfung selbstschwingender UKW-Mischtrioden 2

Neue Tauchspulen-Richtmikrofone 6

Unser Titelbild: „Kondensatorenbagger" im Einzelteilprüffeld der Saba-Werke. Das Transportband führt die Kondensatoren über die einzelnen Prüfstellungen. Eine elektronische Steuereinrichtung sortiert die guten und die schlechten Stücke automatisch in verschiedene Behälter.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Funksprechgeräte für Segelflugzeuge

Der starke Aufschwung des Segelflugsports in Deutschland — allein im Land Nordrhein-Westfalen zählt der Deutsche Aeroclub 7000 Mitglieder mit 311 Segelflugzeugen und 42 genehmigte Segelfluggelände — und die Teilnahme deutscher Segelflieger an internationalen Wettbewerben hat die Frage nach Ausrüstung der Segelflugzeuge mit Funksprechgeräten aktuell werden lassen. Gefordert werden Funksprechverbindungen zwischen Bord und Boden bei Überlandflügen und kleine Bordempfänger zur Übermittlung von Anweisungen des Fluglehrers am Boden an den Schüler im Schuleinsitzer bei seinen ersten Alleinflügen (vgl. auch RADIO-MAGAZIN 1954, Nr. 9, Seite 296: „Funksprechen für Segelflugzeuge").

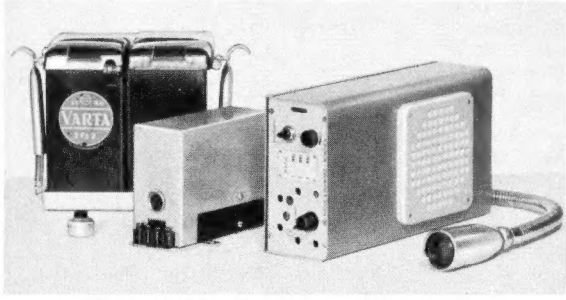


Bild 1. Vollständige Anlage mit Batterien

Für die Konstruktion dieser Geräte hat die Bundesanstalt für Flugsicherung den Entwurf eines Pflichtenheftes vorgelegt, das die mechanischen und elektrischen Bedingungen entsprechend der Vorschrift der „Vollzugsordnung FUNK" zum Weltnachrichtenvertrag von Atlantic City (1947) und der „Empfehlungen der ICAO für den Flugfernmeldeverkehr (1950)" enthält. Zur Erfüllung ist eine streng kommerzielle Konstruktion nötig, die leider entsprechende Preise bedingt. Hier liegt eine gewisse Schwierigkeit, denn das finanzielle Vermögen der Segelflieger, die sich ihre Maschinen durchweg als Gemeinschaftsarbeit selbst bauen, ist in der Regel gering. Andererseits ist die Ausstattung der Segelflugzeuge mit UKW-Funksprechgeräten für die Flugsicherheit von großer Wichtigkeit und bei internationalen Meetings fast unentbehrlich.

Rohde & Schwarz übermittelten uns Einzelheiten ihrer ersten Konstruktion einer Bord-Sende/Empfangsanlage zu einem tragbaren Preis; sie wurde erstmalig von den deutschen Teilnehmern an den Segelflug-Weltmeisterschaften in England (Sommer 1954) versuchsweise benutzt und erzielte Reichweiten von 130 km, ohne daß damit das Maximum bereits erreicht ist[1]). **Bild 1** zeigt die Bordanlage, die in fast allen Einzelheiten dem Pflichtenheft entspricht: Schwanenhalsmikrofon für den Piloten, Sende/Empfangsgerät mit eingebautem 0,5-Watt-Lautsprecher, Stromversorgungsteil mit Zerhacker, 6-Volt-Akkumulatorensatz. **Bild 2** erlaubt einen Blick in das Innere des Sende/Empfängers. In dieser ersten Form enthält die Anlage acht Röhren der E-Serie (3× ECC 91, 3× EF 95, EF 94 und EAA 91) und die DM 71; das Gesamtgewicht mit Akkumulatoren für Acht-Stunden-Betrieb liegt bei 17 kg. Die Herstellerfirma ist zur Zeit mit der Umkonstruktion beschäftigt; man wird durch die Wahl anderer Röhrentypen das Batteriegewicht entscheidend senken, so daß die komplette Anlage nur noch 6 kg wiegen wird.

Der Sender kann auf drei Rastfrequenzen im Bereich 118 bis 128 MHz umgeschaltet werden; sein Oszillator besitzt eine Frequenzstabilität von ± 12 kHz. Weitere Daten sind: Senderausgangsleistung 0,2 Watt, Oberwellenunterdrückung 40 db, Nebenwellenunterdrückung 60 db, Amplitudenmodulation. Die Grenzempfindlichkeit des Empfängers liegt bei 10 kT_0, der Störabstand bei 20 db, bezogen auf 4 µV Eingangsspannung. Automatische Verstärkungsreglung, Impulsstörsperre, abschaltbare Rauschunterdrückung (Squelch) sind weitere Eigenschaften des Empfängers, dessen statische Selektion mit 40 db (± 100 kHz Verstimmung) genannt wird. Als Antenne dient ein λ/4-Stab.

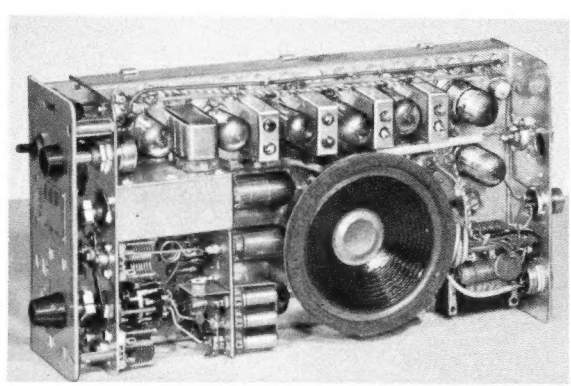


Bild 2. Das Innere des Funksprechgerätes. Durch andere Röhrentypen sollen die Abmessungen noch verringert werden

Pye, Ltd (Großbritannien), teilt uns mit, daß für Segelflugzeuge eine Abart des Walkiephone PTC 123 gebaut wird. In seiner ersten, noch etwas primitiven Form leistete das kleine Gerät bereits bei den Segelflugweltmeisterschaften 1952 in Spanien gute Dienste; es führte zur verbesserten Konstruktion vom Typ „Gliderphone" (Glider = Segelflugzeug), die 1954 bei den Weltmeisterschaften in England etwa 120 km Reichweite erzielte. Empfänger und Sender bilden eine Einheit: die Stromversorgung erfolgt aus einer kombinierten Anoden/Heiz-Trockenbatterie. Die komplette Anlage wiegt nur etwa 5 kg und ist mit Röhren der D-Serie bestückt.

Das Ministerium für Wirtschaft und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen verhandelt zur Zeit mit den zuständigen Stellen über die Zulassung der oben erwähnten einfachen Empfänger für die Platzschulung im Einsitzer. Sie sollen evtl. von Kurzwellenamateuren gebaut werden, so daß der Preis nicht über 150 DM pro Empfänger hinausgeht. -tz-

[1]) Abhängig von der Flughöhe und der Höhe der Bodenantenne.

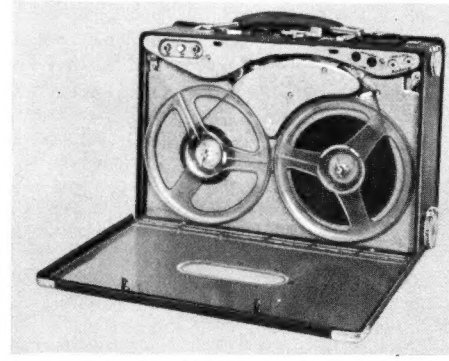
Der Übertragungs-Wagen im Handkoffer

Nur 10 kg schwer: das neue Reportagegerät „R 85"

Aktuelle Ereignisse finden irgendwo draußen, fernab von jeder Steckdose statt. Gewiß, es gibt Übertragungswagen, durch deren Einsatz außerhalb des Funkhauses technisch einwandfreie Reportagen zustande gebracht werden können. Aber nicht überall kann der schwere Ü-Wagen hinkommen. In all diesen Fällen muß sich der Rundfunk-Reporter auf sich, sein tragbares Aufnahmegerät und einen technischen Assistenten (auf diesen durchaus nicht immer) verlassen können.

Taugt das Aufnahmegerät nichts, ist auch die beste Reportage wenig wert. Deshalb zerbrechen sich die Techniker in den Labors schon seit den Kindertagen des Rundfunks den Kopf, wie sie den Reporter so beweglich wie möglich machen können. Früher reichte diese Beweglichkeit nur so weit wie das Kabel, mit dem der Reporter an den Ü-Wagen gefesselt blieb. Der „befreiende" Schritt gelang im Jahre 1947 mit der Entwicklung eines relativ kleinen Aufnahmegerätes, das der Reporter wie einen Koffer bei sich tragen konnte. Dieser Koffer kann die in das Mikrofon gesprochenen Worte auf einem Magnettonband festhalten.

Immerhin — der Koffer hatte Mängel. Nur fünf Minuten lief das Federwerk, mit dem das Magnettonband angetrieben wird. Mochte das Interview noch so wichtig sein: der Reporter mußte eifrig an seinem Koffer kurbeln, wenn die fünf Minuten um waren, und reichlich schwer war das Gerät auch, trotz seiner geringen Größe. — Der neue Handkoffer „R 85" aber enthält sozusagen auf engstem Raum die wichtigsten Einrichtungen eines Übertragungswagens und er wiegt trotzdem nur 10 kg. (Die „alten" Koffer wiegen fast das Doppelte.) Der Reporter braucht auch nicht mehr das Laufwerk für die Bandspulen aufzuziehen. Den Antrieb besorgt ein winziger Elektromotor, dessen Batterie vier Stunden oder „acht Magnettonbänder lang" Strom liefert. Ein Band reicht also für eine halbe Stunde Aufnahmedauer. Unbrauchbare Aufnahmen



Das Reportagegerät R85 mit geöffnetem Deckel (Im Betrieb ist der Koffer geschlossen)

werden bei einer zweiten Benutzung des Bandes automatisch gelöscht. Während der Aufnahme kann der Sprecher die wenigen Hebel, die er zu bedienen hat, alle mit der Hand erreichen, die den Koffer hält. Die andere Hand bleibt frei beweglich, da das Mikrofon — als neuester Typ in Füllhaltergröße — unauffällig in der oberen Rocktasche steckt und nicht mehr drohend den Interview-Partner anstarrt. Selbst Musik kann tadellos aufgenommen werden.

Sehr praktisch ist schließlich der zweite Mikrofonanschluß am Koffer. Bei einer öffentlichen Kundgebung etwa kann ein Mikrofon mit langem Kabel am Rednerpult befestigt werden, während der Reporter sich im Hintergrund stehend mit seinem Mikrofon in die Ansprache mit eigenen Bemerkungen beliebig ein- und ausblenden kann. Hat der Koffer nun tatsächlich vier Stunden lang Reportagen geschluckt, dann kann die erschöpfte Batterie an jeder Steckdose mit Hilfe eines kleinen Zusatzgerätes aufgeladen werden.

Der Reportagekoffer „R 85" hat sich bei verschiedenen westdeutschen Rundfunkanstalten bereits bestens bewährt.

Schwarzseher werden mit dem Kopfhörer gesucht

„Schwarzseher-Spürgerät" der Bundespost

Die Deutsche Bundespost rüstet ihre bekannten kleinen Funkstörungs-Meßwagen (Volkswagen) neuerdings mit einem tragbaren Spezial-Suchgerät aus. Es gleicht äußerlich dem Störsuchkoffer, enthält jedoch einen hochempfindlichen Empfänger für die Zeilenkippfrequenz der Fernsehempfänger (= 15 625 Hz). Mit einem untertassengroßen Meßrahmen **(Bild)** wird die Vertikalkomponente des elektromagnetischen Feldes der Zeilenablenkspulen angepeilt. Dieses Feld breitet sich vom Empfänger gesehen etwa kugelförmig aus, und seine Vertikalkomponente vermindert sich mit der dritten Potenz der Entfernung, so daß die Empfindlichkeit des Suchgerätes hoch sein muß.

Die handliche Ausführung des relativ leichten Koffers und die kleine, runde Rahmenantenne ermöglichen das Anpeilen des Fernsehempfängers vom Hausflur eines Mietshauses aus und selbst das Ausfindigmachen des Zimmers, in dem das nicht-angemeldete Fernsehgerät steht.

Über die benutzte Schaltung konnten wir noch nichts in Erfahrung bringen. Bei einer Probevorführung anläßlich der Fernsehtagung in Marburg (Ende September) sind Reichweiten bis zu einhundert Meter erzielt worden. Natürlich hängen diese zu einem guten Teil von der Konstruktion des aufzuspürenden Fernsehempfängers ab — genauer gesagt von der Strahlungsfähigkeit der Zeilenablenkspulen und evtl. des Zeilenkipp-Ausgangsübertragers, die übrigens von den Herstellern so gering wie irgend möglich gehalten wird.

Bekanntlich erzeugt der Zeilensägezahn bei freier Abstrahlung eine Unzahl von Oberwellen, die in räumlich eng benachbarten Rundfunkempfängern lästige Pfeifstellen im Lang- und Mittelwellenbereich auslösen können. -r

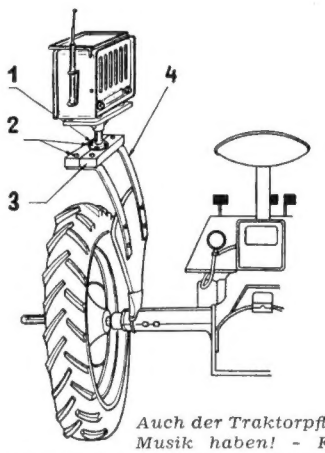
Traktor-Radio

Die Felder eines amerikanischen Farmers im Mittelwesten oder Texas, in Minesota oder Kanada, sind im Durchschnitt ganz erheblich größer als die Flächen, die sein Berufskollege in Europa zu bearbeiten hat. Die Landwirtschaft ist daher voll motorisiert, und der Farmgehilfe bringt im Frühjahr und während der Ernte täglich viele Stunden im Sitz des Traktors zu. Nichts liegt näher, als den Mann während seiner eintönigen Beschäftigung mit Musik und Unterhaltung zu versorgen. Ein Autoempfänger herkömmlicher Konstruktion ist unbrauchbar, denn es gibt in der Regel keine Kabine und kein Armaturenbrett wie im gepflegten Kraftwagen. Der Traktor ist vielmehr offen und hoppelt unermüdlich über Erdschollen, Gräben u. über Stoppelfelder, jeder Witterung ausgesetzt.

Unser **Bild** zeigt eine Skizze eines viel gekauften Traktor-Radios. Es wird auf dem Schutzschild zwischen Rad und Sitz mit zwei kräftigen, federnden Bändern 4 montiert, die zwei Stützklötze 3 mit großen Schrauben 2 befestigt tragen. Auf dieser Plattform erhebt sich der Empfänger auf einer kleinen Säule 1, die als „Schwingmetall" ausgebildet ist und damit den Empfänger genügend abfedert.

Das Gerät steckt in einem wetterfesten Metallgehäuse, das seitlich eine ausziehbare Autoantenne trägt. Der Empfangsbereich liegt zwischen 535 und 1620 kHz; als Stromversorgung wird die 6-V-Batterie des Traktors in üblicher Weise über einen Zerhacker verwendet. Die Schaltung selbst zeigt keine Besonderheiten: Hf-Vorstufe, Misch / Oszillator, Zf-Pentode, Pentode-Diode für Nf-Vorstufe, Demodulation und Regelspannungserzeugung, Phasenumkehrstufe und Gegentaktendstufe für 5 bis 6 W Sprechleistung. Dank der Hochfrequenzvorstufe ist die Empfindlichkeit hoch; sie wird mit 2 bis 3 µV/m, bezogen auf 1 Watt Sprechleistung, angegeben. -r

(Nach Technician & Circuit Digest, März 1954, Tungsram Radio Service, Juli 1954.)



Auch der Traktorpflüger soll Musik haben! - Federnde Anbringung eines „Traktor-Radio" neben dem Führersitz. 6 Watt Sprechleistung setzen sich auch gegen den Auspufflärm durch

DAS NEUESTE

Sonderausführung einer Ferrit-Peilstabantenne. Länge: 1 m, Durchmesser: 50 mm außen, 24 mm innen (Philips)

Ferrit-Antenne

Um die Erhöhung der Empfangsleistung gegenüber den kleinen Ferrit-Antennenstäben von Rundfunkempfängern zu untersuchen, wurde in den Philips-Laboratorien als Sonderausführung ein rohrförmiger Stab aus Ferroxcube IV B mit den Abmessungen 50 mm Außendurchmesser, 24 mm Innendurchmesser und einem Meter Länge hergestellt. Stäbe dieser Größe lassen sich z. B. für ortsfeste Peilanlagen verwenden (siehe **Bild** rechts oben).

Das Bild zeigt das Messen der Empfangsspannung einer solchen Anlage mit einem sehr hochohmigen Röhrenvoltmeter. Stäbe mit diesen Abmessungen lassen sich vorerst nur einzeln herstellen und sind daher sehr teuer. Auch bei einer Reihenfertigung liegen die Gestehungskosten noch ziemlich hoch.

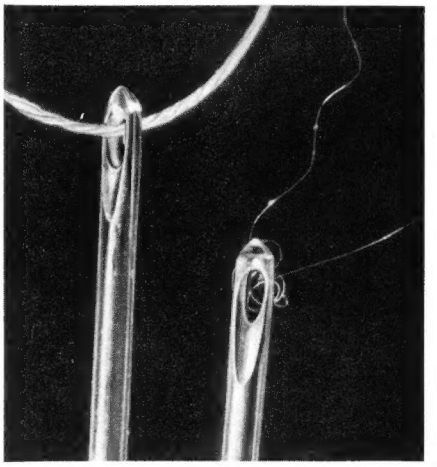
Der Tonband-Amateur

Das neue Buch des Franzis-Verlages, ein Ratgeber für die Praxis mit dem Heimtongerät, wird von vielen Spezialgeschäften, die sich mit dem Vertrieb von Magnetton-Geräten befassen, als eine ausführliche Arbeitsanleitung für diese Geräte empfohlen. Es beschreibt nicht den Selbstbau von Magnettongeräten (das ist den RPB-Bänden von Junghans vorbehalten), sondern befaßt sich mit der Aufnahme, der Bedienung der Geräte, den Mikrofon-Aufnahmen, den Umspielungen, dem Kleben der Bänder und schließlich den Störungen. Kurz, es ist ein Buch für den Ton-Amateur, dem es die volle Ausnutzung seiner oft recht teuren Anlage ermöglicht (88 Seiten, 25 Bilder, Preis 4.20 DM).

Nylonfaden gegen Heizfaden

Höchstleistungen der Röhrentechnik stellen die neuen Subminiaturröhren für Batterieheizung dar. Das **Bild** zeigt die Dicke eines Nylonfadens aus einem Damenstrumpf (in der Nähnadel links) im Vergleich zu einem Wolframdraht (in der rechten Nadel), wie er für die Heizfäden solcher Röhren verwendet wird. Der Wolframdraht hat einen Durchmesser von 6 µ (0,006 mm); der in Wirklichkeit doch bereits sehr dünne Nylonfaden erscheint dagegen wie ein Zwirnfaden. Weiter sei zum Vergleich angeführt, daß z. B. Menschenhaare Durchmesser von 0,02 bis 0,06 mm besitzen; also dreimal bis zehnmal dicker als der Wolframfaden sind.

Dieser dünne Wolframheizfaden wird in der Röhre durch eine Spannfeder so straff gehalten, daß die Röhre auch in transportablen Geräten verwendet werden kann, ohne daß ihre elektrischen Eigenschaften sich ändern.

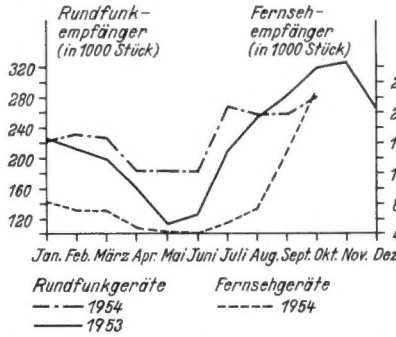


Ein Nylonfaden aus einem Damenstrumpf (links oben) im Vergleich zum Heizfaden in einer Telefunken-Subminiaturröhre

DAS NEUESTE

Empfängerproduktion

Unser Diagramm erläutert den Verlauf der Produktion von Rundfunkempfängern in den Jahren 1953 und 1954 (bis einschl. Oktober) und der Fernsehempfänger zwischen Januar und Oktober 1954. Die Rundfunkgerätefertigung entwickelte sich im letzten Frühjahr und Sommer durchaus ungewöhnlich und hatte daher auch einen sehr erheblichen Lagerbestand bei der Industrie zur Folge (September 1954: 380 000 Stück). Die Drosselung der Fertigung ab August ist verständlich und wird — hoffentlich — im Verein mit den größeren Exporten zum Jahresende einen ungefähren Ausgleich zwischen Produktion und Absatz erbracht haben. — Der steile Anstieg der Kurve „Fernsehempfänger" konnte nicht verhindern, daß in Süddeutschland und zum Teil auch im Norden und Westen des Bundesgebietes in der Zeit vor Weihnachten eine gewisse Geräteknappheit zu beobachten war.



In Zahlen: Produktion von Rundfunkgeräten bis einschl. Oktober 1954: 2,298 Millionen Stück (gleicher Zeitraum 1953: 2,095 Millionen Stück). Produktion von Fernsehgeräten Januar bis einschließlich Oktober 1954: 87 196 Stück.

Sender im 75-m-Rundfunkband

Seit einiger Zeit betreibt der NDWR einen der kleinen 0,4-kW-Kurzwellensender in Norden-Osterloog auf 3970 kHz = 75,57 m. Er überträgt von 06.00 bis 01.00 Uhr das Mittelwellenprogramm des NWDR und von 02.30 bis 05.30 Uhr das Nordamerika-Programm der „Deutschen Welle".

Neue Fernsehsender des SWF

Die Fernsehsender Raichberg (Kanal 4) und Koblenz (Kanal 6) des SWF nahmen Mitte Dezember ihren Probebetrieb auf. Raichberg arbeitet mit 8/1,6 kW und Koblenz mit 40/8 kW eff. Leistung, beide mit Rundstrahlantennen. Die Anlage bei Koblenz erhält ihre Modulation über eine Stichleitung zur Relaisstation Schöneberg, während der Raichbergsender von der Hornisgrinde aus versorgt wird.

Fernsehmast und -turm

Die Rohrschlitzantenne für den 100-kW-Fernsehsender auf dem Hohen Meissner wurde trotz ungünstiger Witterung im Dezember auf den Mast des Mittelwellensenders montiert. Sie steht nunmehr in 672 m Meereshöhe. Mit der Inbetriebnahme des neuen Fernsehsenders ist im Frühsommer zu rechnen. — Der Betonturm für den Stuttgarter Fernseh-Großsender hatte Mitte Dezember eine Höhe von über 120 m erreicht.

Plan zur Aufteilung der NWDR-Mittelwellen

Mit einem interessanten Plan zur Aufteilung der Mittelwellen des Nordwestdeutschen Rundfunks bzw. zur gemeinschaftlichen Weiterbenutzung der Hauptfrequenz 971 kHz scheint Chefredakteur Eduard Rhein der Nachweis gelungen zu sein, wie die Mittelwellenversorgung der beiden Teile des NWDR nach der vorgesehenen Aufteilung in den „Westdeutschen Rundfunk" und den „Norddeutschen Rundfunk" sichergestellt werden kann. Die Initiative des bekannten Physikers kommt zur rechten Zeit, nachdem der westdeutsche „Frings-Plan" dem Anscheine nach fallengelassen wurde. Rhein nennt in Nr. 49 (1954) der Programmzeitschrift HÖR ZU! alle Einzelheiten einer möglichen Lösung des Frequenzproblems; er hatte bereits Gelegenheit, diesen „Rhein-Plan" vor Mitgliedern des Verwaltungsrates des NWDR zu erläutern.

Überdies fordert Rhein die beschleunigte Errichtung der dritten UKW-Senderkette im NWDR-Bereich und beziffert die Aufwendungen mit 6 Millionen DM = 6% des NWDR-Jahresetats. Die Bundesrepublik sicherte sich bereits 1952 im Stockholmer UKW-Plan die hierfür nötigen Kanalzuteilungen.

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Dezember 1954

A) Rundfunkteilnehmer		
Bundesgebiet	11 955 952	(+ 58 878)
Westberlin	754 333	(+ 17 914)
zusammen	12 710 285	(+ 76 792)
B) Fernsehteilnehmer		
Bundesgebiet	68 252	(+ 9 844)
Westberlin	3 354	(+ 615)
zusammen	71 606	(+ 10 459)

Nachdem die Gebührenpflicht in Bayern seit dem 1. 11. 1954 besteht, ist die Aufstellung eines Fernsehempfängers im gesamten Bundesgebiet einschl. Westberlin genehmigungspflichtig. Fernsehteilnehmer in den drei bayerischen Oberpostdirektionen: OPD München 827, OPD Nürnberg 577, OPD Regensburg 163.

Funkausstellung 1955

Wie bereits gemeldet, findet die Große Deutsche Rundfunk-, Phono- und Fernsehausstellung 1955 vom 26. August bis 4. September in Düsseldorf statt. Über die Beteiligung der Hersteller von Bauelementen (Einzelteile für Rundfunk- und Fernsehempfänger) wird noch verhandelt; diese Gruppe denkt daran, vielleicht eine eigene Fachausstellung aufzuziehen bzw. die Technische Messe Hannover wesentlich stärker zu beschicken.

Video-Meßgestell

Lorenz liefert für Messungen an Fernsehübertragungssystemen, Fernsehsendern, Kabel- und Dezi-Richtfunkstrecken ein Video-Meßgestell, das auch für Fernseh-Prüffeld- u. -Entwicklungsarbeiten sehr brauchbar ist. Die Gestelleinschübe sind: a) Schaltfeld, b) Austastmischgerät, c) Impulsgenerator mit Taktgeber, d) Netzgerät. Die abgegebenen Signale entsprechen genau der CCIR-Norm (625 Zeilen), jedoch sind auch andere Normen einstellbar.

Lasttaxi mit Funksprechanlage

In Bremen hat ein Fuhrunternehmer seine kleinen Lastwagen mit Philips-Funksprechanlagen vom Typ Mobilofon DRR 296/160 ausgerüstet. Die Geräte sind dem öffentlichen UKW-Funksprechnetz im Bereich Bremen/Bremerhaven eingegliedert. Der Einbau erfolgte so, daß jede Anlage mit wenigen Handgriffen von einem Wagen in den anderen umgesetzt werden kann.

Verheissungsvoller Start in das neue Jahr bei Philips

Neue Aufgaben und erweiterte Arbeitsgebiete führten zu einer Neugliederung der Philips-Gesellschaften. Die Elektro Spezial GmbH wurde umbenannt in Valvo GmbH. Damit rückt der allen Rundfunktechnikern wohlvertraute Markenname „Valvo" wieder an eine dominierende Stelle. Das Unternehmen baut in drei Fabriken in Hamburg und Aachen Elektronenröhren, Transistoren und Bauelemente, vorwiegend für die verarbeitende Industrie.

Der Name Elektro Spezial GmbH geht auf eine neu gegründete Gesellschaft über. Sie widmet sich der Industrie-Elektronik vom Meßgerät bis zum Zyklotron. Auch das Fernmelde- und Eisenbahnsignalwesen gehört zu ihrem Arbeitsgebiet.

Die Muttergesellschaft wurde umbenannt in „Allgemeine Deutsche Philips Industrie GmbH" (Alldephi). Das Stammkapital wurde von 20 000 DM auf 50 Millionen DM erhöht. Ihre Aufgaben sind: Geschäfte grundlegender Art wie Aufnahme neuer Produktionszweige, Errichtung von Fabriken, Erwerb von Beteiligungen und Abschluß von Lizenzverträgen. Die Alldephi wird ferner ein zentrales Forschungslaboratorium errichten, dessen Ergebnisse den Tochtergesellschaften zur Verfügung stehen.

Die Tochtergesellschaften sind: Deutsche Philips GmbH (Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte, Lampen, Trockenrasierer, Haushaltgeräte), C. H. F. Müller Aktiengesellschaft (Röntgenröhren), Valvo GmbH (Röhren, Einzelteile), Elektro Spezial GmbH (Elektronik), Glasfabrik Weißwasser GmbH (Glühlampenkolben, Bildröhrenkolben), Philips Ton Gesellschaft (Schallplatten) und die Philips Patentverwaltung GmbH.

Im Zuge der Neugliederung wurden die leitenden Posten folgendermaßen besetzt: Die Führung der Geschäfte der Deutschen Philips GmbH wird am 31. 3. 1955 an Dipl.-Ing. Kurt Hertenstein übertragen, der bereits jetzt zum alleinzeichnungsberechtigten Geschäftsführer bestellt wurde. Graf von Westarp, der am 14. Februar 1955 sein 65. Lebensjahr vollendet, scheidet formal als Geschäftsführer der Deutschen Philips GmbH aus. Er übt seine bisherigen Befugnisse auf Grund einer Generalvollmacht weiter aus und tritt demnächst in den Aufsichtsrat ein. — Dr. Heinz Förster und Franz Hellwege, der am 3. Januar sein 25jähriges Dienstjubiläum beging, wurden Geschäftsführer der Valvo GmbH. Als Geschäftsführer der Elektro Spezial GmbH wurde Dipl.-Ing. Gustav Kemna bestellt, der bereits seit dem 1. April 1954 im Rahmen seiner neuen Aufgabe tätig war.

100 000 „Concertino"

Im Rundfunkwerk Hannover der Telefunken GmbH. lief im Dezember der 100 000. 8-Röhren-19-Kreis-Super „Concertino" vom Band. Das ist eine ungewöhnliche Auflage und erklärt sich daraus, daß sich Telefunken entschlossen hatte, dieses Erfolgsmodell der Saison 1953/54, entsprechend verbessert, auch 1954/55 weiterlaufen lassen. In den 18 Monaten der Produktion dieser Type wurden über eine Million Arbeitsstunden aufgewendet.

1/4 Million Musiktruhen

Am 26. November übergab Gerhard Kubetschek, Inhaber der Firma Kuba, die 250 000. im Werk gefertigte Musiktruhe an Pfarrer Hardt, Beauftragten der Bodelschwing'schen Krankenanstalten in Bethel bei Bielefeld. Die kleine Feier fand in der neuen Werkhalle statt, die im Frühjahr um weitere Neubauten erweitert werden soll.

Gerhard Kubetschek gründete seine Firma in Wolfenbüttel im Jahre 1948 mit wenigen Mitarbeitern. Heute setzt die 400 Köpfe zählende Belegschaft täglich bis zu 500 Musiktruhen zusammen. Zwölf eigene Lastzüge befördern die Tagesproduktion zu den Großabnehmern. 1954 lag die Exportquote bei 20% der Fertigung. Kuba bestreitet damit etwa die Hälfte des gesamten deutschen Exports an Musiktruhen.

Als Neuentwicklung wurden Muster eines Tonbandgerätes vorgeführt, das relativ billig ist und zuerst als Einbauchassis, später in tragbarer Ausführung geliefert wird. Vielleicht kommt das Tonbandgerät auch noch mit einem Rundfunkvorsatz als Koffer heraus.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Verlagsleitung: Erich Schwandt

Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne

Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Besitzer: G. Emil Mayer, Buchdruckerei-Besitzer und Verleger, München 2, Sophienstraße 3 (1/2 Anteil) Erben Dr. Ernst Mayer (1/2 Anteil)

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur - Ausgabe** DM 2.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 1.— DM, der Ing.-Ausgabe 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 5 16 25/26/27 und 5 19 43. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin - Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Kortenmarkstraat 18. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert. Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Vom Kaltleiter und seinen Anwendungen

Von Kurt Nentwig

Kaltleiter stellen interessante Bauelemente für Regelschaltungen und Meßeinrichtungen dar. In den folgenden Ausführungen werden Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der Kaltleiter behandelt. Eisenwasserstoffwiderstände, die gleichfalls hierzu zählen, bleiben dabei unberücksichtigt, da ihre Wirkungsweise und ihr Anwendungsgebiet allgemein bekannt sind.

Bei den meisten Metallen ist der Temperaturbeiwert des Widerstandes positiv. Mit zunehmender Spannung und steigendem Strom, also mit wachsender Belastung und damit auch steigender Temperatur, nimmt auch der Widerstand zu. Bei Metallfaden-Glühlampen wird dies der höheren Erwärmung wegen besonders offenkundig. Daher ist es sinnvoll, diese Zusammenhänge durch den Ausdruck „Kaltleiter" zu kennzeichnen.

Glühlampen als Kaltleiter

Da geringfügige Widerstandsunterschiede schlecht auszunutzen sind und auch eine möglichst weitgehende Unabhängigkeit von der Raumtemperatur erwünscht sein wird, kommt nur eine relativ hohe Betriebstemperatur für das Arbeiten mit Kaltleitern in Betracht. Sie wird zweckmäßig in den Bereich der gerade sichtbar werdenden Rotglut gelegt. Daraus ergibt sich, daß mit Unterspannung betriebene Glühlampen als technische Kaltleiter geeignet sind, wenn genügend große Ströme (bzw. Leistungen) zur Verfügung stehen. Sind keine für übliche Glühlampen ausreichende Leistungen gegeben, so kommen ähnlich einer Glühlampe aufgebaute Sonderformen in Betracht, wie sie z. B. durch Zusammenarbeit der Firmen Wandel & Goltermann und Radium-Elektrizitäts-GmbH entwickelt wurden[1]).

Während es für Einzelfälle stets genügen dürfte, aus einer Reihe von Glühlampen ein geeignetes Exemplar mit den gewünschten Daten herauszusuchen, ist dieses Verfahren für Seriengeräte zumindest unrationell. Hier kommen nur Erzeugnisse mit engen Toleranzen in Betracht. Wichtig ist auch meist eine genügende Wärmeträgheit, weshalb u. a. ein relativ großer Glaskolben zweckmäßig ist. Außerdem sind aber auch ein möglichst kleiner und konstanter Übergangswiderstand und völlige Freiheit von Wackelkontakten zu fordern. Bei den Kaltleitern von

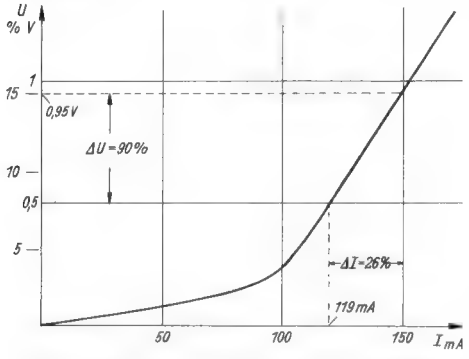


Bild 1. Typische I-U-Kennlinie eines Kaltleiters im nutzbaren Arbeitsbereich

Wandel & Goltermannn ist daher die Wolframwendel nicht mit den Elektroden verquetscht, sondern verschweißt. Für Verwendung bei höheren Frequenzen ist ferner auf kleine Kapazität und kleine Induktivität Wert zu legen. Daher kommen für solche Fälle z. B. Soffitten-Glühlampen in Betracht, von denen man gegebenenfalls noch die Kontaktkappen entfernt, um die Kapazität weiter zu verringern[2]). Bei geschickter Einfügung in die Schaltung sind Kaltleiter noch bis zu Frequenzen bis 10^8 Hz zu verwenden.

Solange die Kaltleiter bei eben beginnender Rotglut betrieben werden, ist mit keinen überraschenden Änderungen der Kennwerte zu rechnen. Im allgemeinen kann mit einer nutzbaren Lebensdauer von einigen tausend Betriebsstunden gerechnet werden. Jedoch muß sehr davor gewarnt werden, bereits ausgewählte Kaltleiter höher als unbedingt notwendig zu belasten, auch nicht für kürzere Zeitspannen. Selbst kürzere höhere Belastungen können bleibende Änderungen der Kennwerte zur Folge haben. Dadurch verlieren die ursprünglich ermittelten Werte natürlich ihren Sinn.

Kennlinien

Im **Bild 1** ist die Strom-Spannungs-Kennline einer Glühlampe (Skalenlämpchen 6,3 V/0,3 A) dargestellt. Der Spannungsabfall steigt mit steigendem Strom zunächst nur langsam an, um dann nach einem gewöhnlich ziemlich stark ausgeprägten Knick schnell zuzunehmen. Im allgemeinen pflegt dieser Knick bei etwa 5% der Nennspannung der Lampe zu liegen. Da auch das Material des Glühfadens eine Rolle spielt, sei hervorgehoben, daß alle hier gemachten Angaben vorwiegend für Glühlampen mit Wolframdraht gelten.

Die Kennlinie (Bild 1) zeigt, daß zu einer Spannungsänderung von 0,5 V auf 0,95 V (= 8% auf 15% der Nennspannung) ein Stromanstieg von 120 mA auf 150 mA erforderlich ist. Dies bedeutet aber, daß eine Stromänderung von $\Delta I = 26\%$ eine Spannungsänderung $\Delta U = 90\%$ ergibt. Höhere Werte interessieren nicht, da der günstigste Arbeitsbereich für die hier in Betracht kommenden Zwecke zwischen etwa 8 und 15% der Nennspannung der Lampen liegt. Bei größerem Strom glüht der Faden bereits zu hell und die Daten ändern sich.

Mit Hilfe der aufgenommenen Kennlinien ist es möglich, aus einer größeren Zahl von Kaltleitern schnell diejenigen mit gleichen Daten herauszusuchen. Dabei ist es keineswegs notwendig, die gesamte Kennlinie aufzunehmen, sondern es genügt, wenige Kennwerte im wichtigen Bereich — d. h. zwischen etwa 5 und 15% der Nennspannung — zu ermitteln. So ausgesuchte Kaltleiter konnten einzeln oder in beliebiger Zusammenstellung auch bei hohen Ansprüchen an Regelgenauigkeit usw. verwendet werden.

Vielfach ist es zweckmäßig, den Widerstand des Kaltleiters in Abhängigkeit vom Stromdurchgang zu bestimmen. Die Errechnung aus zueinander gehörenden Werten von Strom und Spannung befriedigt bei kleinen Strömen und hohen Ansprüchen an die Genauigkeit nicht immer. Es ist dann besser, den Widerstand des sinngemäß belasteten Kaltleiters mit Hilfe einer Brückenschaltung zu bestimmen.

Bild 2 zeigt die Widerstands-Kennlinie des Kaltleiters von Bild 1. Der Widerstand nimmt mit steigendem Strom zunächst nur langsam zu, um dann sehr schnell anzusteigen. Dabei liegt die größte Steilheit der Kennlinie etwa kurz oberhalb von 5% der Nennspannung der Lampe. Überhalb 15% der Nennspannung nimmt dagegen die Steilheit der Kennlinie wieder langsam ab.

Wegen der starken Temperaturabhängigkeit des Widerstandes muß überlegt werden, ob die Raumtemperatur einen Einfluß besitzt. Dies ist jedoch kaum der Fall. Da die Kaltleiter stets bei etwa dunkler Rotglut, also bei einer Glühfadentemperatur von etwa 500° C und darüber betrieben werden, sind die üblichen Schwankungen der Raumtemperatur zu gering, um einen nennenswerten Einfluß ausüben zu können. Der Einfluß etwaiger Schwankungen der Raumtemperatur kann also gewöhnlich unberücksichtigt bleiben, sofern nicht extrem große Temperaturänderungen vorliegen.

Bei sehr niedrigen Arbeitsfrequenzen, also etwa unterhalb 10 Hz, kann die Abkühlungs-Zeitkonstante des Kaltleiters eine Rolle spielen. Zwar geht die Abkühlung etwa nach einer e-Funktion vor sich, doch kann die Schnelligkeit der Temperaturabnahme recht unterschiedlich sein. Soll ein Kaltleiter auch noch bei sehr niedrigen Frequenzen brauchbar sein, dann darf der Widerstand nicht mit der Frequenz des speisenden Stromes schwanken. Ist man bei ungewöhnlich niedrigen Frequenzen über die Brauchbarkeit eines Kaltleiters im Zweifel, so ist zweckmäßig durch eine Messung der zeitliche Verlauf der Abkühlung nach Abschalten des Stro-

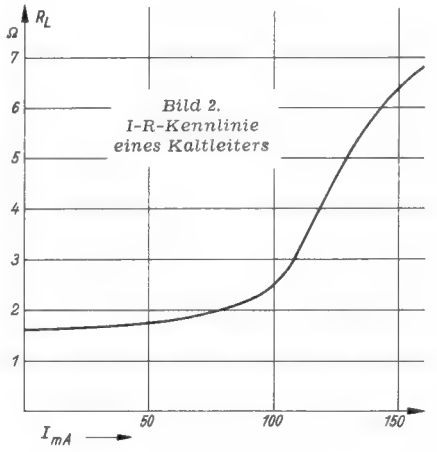


Bild 2. I-R-Kennlinie eines Kaltleiters

mes zu ermitteln. Bis zu Frequenzen von etwa 10 Hz herab ist bei den üblichen Kaltleitern oder den als Kaltleiter benutzten kleinen Glühlämpchen kein spürbarer Einfluß der Abkühlungs-Zeitkonstante zu befürchten.

Anwendungen der Kaltleiter

Kaltleiter können als Strommesser für Ströme beliebiger Frequenz bis zu 10^8 Hz und darüber verwendet werden. Mit geringem Aufwand sind allerdings nur solche Ströme zu erfassen, die den Glühfaden zumindest bis zur sichtbaren Rotglut erwärmen: In diesem Falle genügt es, neben dem im zu kontrollierenden Stromkreis liegende Glühlämpchen ein Selen-Fotoelement anzuordnen und den von diesem Fotoelement gelieferten Strom mit einem Mikroamperemeter niedrigen Innenwiderstandes zu messen. Glühlämpchen und Fotoelement müssen sich dabei natürlich in einem lichtdichten Gehäuse befinden, damit die Raumbeleuchtung nicht stört. Ein solcher Strommesser kann mit Gleichstrom geeicht werden, den man durch das Lämpchen schickt. Diese Eichung gilt bis zu sehr hohen Frequenzen, und zwar vor allem dann, wenn man eine soffittenförmige Glühlampe (gegebenenfalls mit ungewendeltem Faden) benutzt.

Das vorstehend beschriebene Verfahren nutzt aber noch nicht direkt die Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes aus. Bedeutsamer sind die Anwendungsgebiete, bei denen die Widerstandskennlinie ausschlaggebend ist. Hier besteht einmal die Möglichkeit, den Skalenverlauf von Meßinstrumenten beeinflussen zu können. So wurden Kaltleiter beispielsweise als Vorwiderstand benutzt, um quadratisch verlaufende Skalen zu linearisieren (ATM Z 119-1/1932).

[1]) J. Sommer, Funk und Ton 1952, Heft 10.

[2]) Für die Kaltleiter von Wandel & Goltermann werden C = 3 pF und L ≦ 2...4 µH (je nach Typ) angegeben.

Eine wesentliche Anwendung ergab sich bei der Schaffung von Sollspannungsmessern (s. ETZ 1944, Heft 3/4). Bei ihnen kommt es darauf an, dem um den Sollwert liegenden Skalenbereich eine möglichst große Ausdehnung zu geben, den Anfangsbereich hingegen weitgehend zu unterdrücken. Das ist zwar durch starke Unterdrückung des Nullpunktes auch mit mechanischen Mitteln möglich, doch ist dann keine Kontrolle des Nullpunktes mehr möglich. Kaltleiter ermöglichen jedoch, den angestrebten Skalenverlauf zu erreichen, ohne die Kontrollmöglichkeit des Nullpunktes aufgeben zu müssen.

Die Grundschaltung eines solchen Spannungsmessers ist im **Bild 3** gezeigt. L ist der zum Instrument parallel liegende Kaltleiter und R der Vorwiderstand zur Anpassung an die zu messende Spannung U.

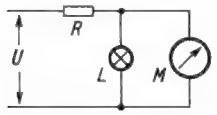


Bild 3. Grundschaltung zur Dehnung des oberen Skalenbereiches eines Drehspulinstrumentes mit Hilfe eines Kaltleiters

Bild 4. Skalenverlauf eines Sollspannungsmessers der AEG

Sowohl R als auch der innere Widerstand des Instrumentes M müssen wesentlich größer als der Widerstand des Kaltleiters sein. Eine weitere Verbesserung läßt sich durch Zwischenschalten eines Gleichrichters (z. B. eines Kupferoxydul-Meßgleichrichters) zwischen L und M erreichen. Hierbei wird die starke Krümmung der Widerstands - Kennlinie eines solchen Gleichrichters im unteren Spannungsbereich ausgenutzt. Was sich auf diese Weise erreichen läßt, zeigt **Bild 4** in Gestalt der Skala eines AEG-Sollspannungsmessers für 220 V Nennspannung. Der vornehmlich interessierende Bereich von 200 bis 240 V nimmt rund 80% der gesamten Skalenlänge ein. Dies verbürgt eine extrem hohe Ablesegenauigkeit mit gewöhnlichen robusten Betriebgeräten. Die Schaltung dieses Sollspannungsmessers mit allen Daten zeigt **Bild 5**. Durch passende Aufteilung des Vorwiderstandes in einen Kupfer- und einen Manganinwiderstand gelingt es außerdem, auch den Temperaturfehler des Instrumentes auszugleichen. Der im Bild 5 enthaltene Kondensator soll lediglich verhindern, daß der Instrumentenzeiger jedem kurzen Spannungsstoß folgt, er dient also der Beruhigung der Anzeige. Da die Leistungsaufnahme der ganzen Einrichtung sehr gering ist (etwa 1 VA), kann der Transformator sehr klein sein. Er läßt sich daher samt allen anderen Schaltelementen im Gehäuse eines üblichen Schalttafel-Meßinstrumentes unterbringen.

Zu Eich- und Kontrollzwecken ist oft eine möglichst konstante Wechselspannung erwünscht. Hierfür kann eine Brückenschaltung mit Kaltleitern benutzt werden, die bereits 1924 von Haagn (DRP 413736) angegeben und seitdem sehr oft angewandt wurde.

Bild 6 zeigt die grundsätzliche Schaltung dieser Glühlampenbrücke. R 1 und R 2

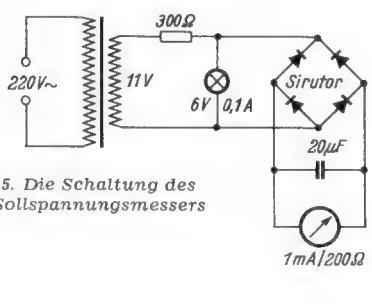


Bild 5. Die Schaltung des AEG-Sollspannungsmessers

sind zwei übliche konstante Widerstände und L 1, L 2 zwei als Kaltleiter benutzte Glühlämpchen. R_V deutet den Widerstand des jeweils gespeisten Verbrauchers an. Zur Bestimmung der einzelnen Größen wird von der in **Bild 7** dargestellten Kennlinie der Kaltleiter ausgegangen. L ist die I-U-Kennlinie des Kaltleiters und R eine Widerstandsgerade, die parallel zum gradlinigen Teil der I-U-Kennlinie des Kaltleiters (kurz oberhalb des Knickes) verläuft. Sie stellt gleichzeitig auch die I-U-Kennlinie eines der beiden Brückenwiderstände (R 1, R 2) dar. Die Berechnung vereinfacht sich wesentlich, wenn R 1 = R 2 gewählt wird, was natürlich gleiche Glühlampen voraussetzt. Ungleiche Lampen (aber mit gleicher Neigung der Kennlinie) sind zwar ebenfalls verwendbar, ergeben jedoch u. a. einen kleineren Regelbereich.

Im Bild 7 möge ferner I_0 der Strom sein, der sich bei etwa 6...8% der Lampen-Nennspannung einstellt. Die Verlängerung (Tangente) des gradlinigen Teiles der Glühlampen-Kennlinie über die I-Achse hinaus ergibt einmal den Winkel α, zum anderen den Stromwert I'; sie schneidet schließlich die nach negativen Spannungswerten hin verlängerte U-Achse beim Wert U'. Dies ist übrigens die Gegenspannung, bei der kein Strom durch die Anordnung fließen würde!

Eine auf dem Stromwert I_0 errichtete Senkrechte schneidet die Glühlampen-Kennlinie bei einem Punkt, der zur Spannung U_L (= Spannung an der Glühlampe) gehört. Bei der Kennlinie des Widerstandes R entspricht der Strom I_0 der Spannung U_R (= Spannung am Widerstand). Und schließlich ist $U' = U_R - U_L$. Die Spannung U' stellt außerdem die bei der gewählten Anordnung maximal erreichbare Ausgangsspannung dar.

Für die Bestimmung von R 1 bzw. R 2 gilt

$$R = \operatorname{tg}\alpha = \frac{U_L}{I_0 - I'} \qquad (1)$$

Hierbei ist zu beachten, daß der Wert tgα nur dann unmittelbar benutzt werden kann, wenn im Bild 7 Spannungen und

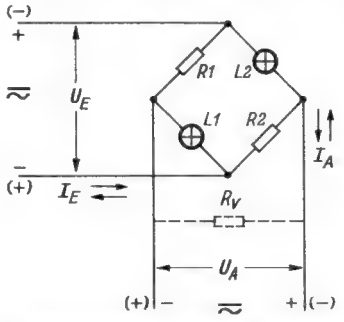


Bild 6. Schaltung einer Glühlampenbrücke zur Gewinnung einer konstanten Spannung

Ströme im gleichen Maßstab aufgetragen sind. Im allgemeinen wird man den Maßstab für I größer als für U auftragen, und dann ist auch tgα mit dem gleichen Faktor zu multiplizieren, um R 1 bzw. R 2 zu erhalten. Auch ohne die Konstruktion von Bild 7 läßt sich R bestimmen. Dazu ermittelt man von den gegebenen Glühlampen die z. B. zu 7 und 14% (= U_1 und U_2) der Lampen-Nennspannung gehörenden Ströme I_1 und I_2. Dann gilt

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} \qquad (1a)$$

und I' erhält man dann zu

$$I' = I_1 - \Delta I \qquad (2)$$

Dieser Weg hat sich als durchaus brauchbar erwiesen, um aus einer größeren Anzahl von Glühlampen diejenigen herauszusuchen, die zusammen benutzt bzw. gegeneinander ausgetauscht werden können. Auch die maximal erreichbare Aus-

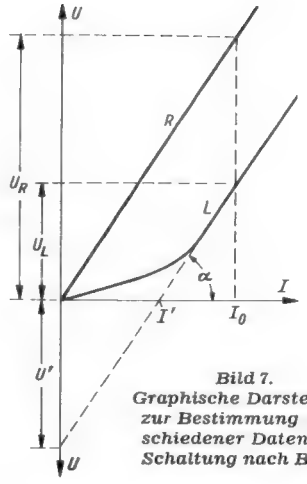


Bild 7. Graphische Darstellung zur Bestimmung verschiedener Daten der Schaltung nach Bild 6

gangsspannung $U_{A\,max} = U'$ läßt sich dann bestimmen, und zwar gilt

$$U' = R \cdot I' \qquad (3)$$

Gleichung (3) gilt allerdings nur, wenn R_V unendlich groß oder doch zumindest um zwei oder mehr Zehnerpotenzen größer als der ausgangsseitige innere Widerstand $R_{i\,A}$ der Brücke ist. Das trifft dann zu, wenn die von der Brücke gelieferte Spannung z. B. dem Eingang eines Röhrenvoltmeters zu Eich- oder Kontrollzwecken zugeführt wird. Ist indessen R_V relativ klein und daher nicht zu vernachlässigen, dann geht Gleichung (3) über in

$$U_A' = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} \cdot I' \qquad (3a)$$

Der auf der Eingangsseite der Brücke wirksame innere Widerstand der Brücke ist infolge der Widerstandsänderung der Glühlampen bei schwankender Eingangsspannung natürlich nicht konstant. Im Prinzip gilt für diesen Eingangswiderstand

$$R_{iE} = \frac{R_L + R}{2} \qquad (4)$$

Darin ist R_L der Widerstand der Glühlampe für die jeweilige Eingangsspannung. Diese Gleichung gilt nur für gleiche Lampen und gleiche Widerstände, sowie einen vergleichsweise sehr großen Verbraucherwiderstand. Ist indessen R_V relativ klein und daher gegenüber R bzw. R_L nicht mehr zu vernachlässigen, dann geht — bei gleichen Lampen und auch gleichen Widerständen — Gleichung (4) über in

$$R_{iE} = \frac{2(R^2 \cdot R_L) + 2(R \cdot R_L^2) + R_V \cdot (R + R_L)^2}{R_V \cdot 2(R + R_L) + (R + R_L)^2} \qquad (4a)$$

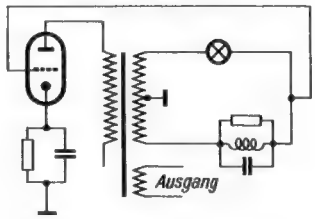


Bild 8. Vereinfachte Grundschaltung des mit einem Kaltleiter ausgerüsteten Normalpegel-Senders von Wandel & Goltermann

Diese ziemlich umständliche Gleichung läßt sich durch Anwenden der Dreieck-Stern-Transformation (nach A. E. Kennelly) vereinfachen zu

$$R_{iE} = b + \frac{(a + R_2) \cdot (c + L_1)}{a + R_2 + c + L_1} \qquad (4b)$$

Dabei ist

$$a = \frac{R_V \cdot L_2}{R_V + L_2 + R_1} \qquad b = \frac{R_1 \cdot L_2}{R_V + L_2 + R_1}$$

$$c = \frac{R_V \cdot R_1}{R_V + L_2 + R_1}$$

Für den auf der Ausgangsseite wirksamen inneren Widerstand der Brücke gilt bei gleichen Lampen und gleichen Widerständen sowie bei einem stets zweckmäßigen sehr kleinen inneren Widerstand der Spannungsquelle U_E

$$R_{iA} = 2 \cdot \frac{R_L \cdot R}{R_L + R} \qquad (5)$$

Für die Bestimmung des zulässigen Verbrauchswiderstandes gilt für eine kleinere Spannung als U' (= $U_{A\,max}$)

$$R_V = \frac{1}{\frac{I'}{U_A} - \frac{1}{R}} \qquad (6)$$

Um einen möglichst kleinen Strom herauszunehmen, empfiehlt es sich jedoch, R_V stets relativ groß zu wählen und eine kleinere Spannung durch entsprechende Unterteilung von R_V zu gewinnen.

Die der Brücke zuzuführende Spannung U_E muß selbstverständlich stets mindestens der Summe von U_R und U_L entsprechen. Schwankt U_E, so ändert sich auch U_A, jedoch den Regeleigenschaften der Brücke entsprechend weniger stark. Die bei bestimmten Werten von U_E erhaltene Spannung U_A läßt sich nach

$$U_A = U_E \cdot \left(\frac{R_{L2}}{R_{L2} + R_2} - \frac{R_1}{R_1 + R_{L1}} \right) \qquad (7)$$

ermitteln, wobei man R_L natürlich aus der I-U-Kennlinie der Glühlampe oder auch aus einer Widerstandsmessung bestimmen muß. Außerdem ist dabei wieder ein nicht zu kleiner Wert für R_V vorausgesetzt.

Was sich mit der Schaltung erreichen läßt, dafür kurz ein Beispiel: Bei einer mit zwei Widerständen von je 100 Ω und zwei Osram-Glühlämpchen 12 V/1,5 W bestückten Brücke konnten Schwankungen der Speisespannung (Nennspannung = 6,3 V) von ± 10% auf ± 0,3% am Brückenausgang herabgedrückt werden. Bei kleineren eingangsseitigen Spannungänderungen wird das Verhältnis noch wesentlich günstiger. Die Spannungskonstanz läßt sich

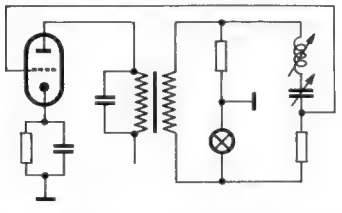


Bild 9. Der Kaltleiter im Stimmgerät STG 9 von Wandel & Goltermann

auch noch dadurch weiter steigern, indem man die Speisespannung nicht unmittelbar, sondern über einen Vorwiderstand an die Brücke legt. Allerdings ist dann eine größere Eingangsleistung aufzuwenden. Bei der Erzielung konstanter Spannungen für Meßzwecke kommt es aber nicht so sehr auf Wirtschaftlichkeit an, zumal es sich bei den üblichen Anwendungen der Glühlampenbrücke wohl stets um relativ kleine Spannungen und damit auch um entsprechend kleine Leistungen handeln wird.

Neben einigen weiteren Anwendungen, wie z. B. in Schaltungen zur Dynamikexpansion in Nf-Verstärkern, ist vor allem auch der brückenstabilisierte Generator zu nennen, bei dem Kaltleiter häufig eingesetzt werden. Gewährleistet ein solcher Generator schon auf Grund der Brückenschaltung eine sehr gute Konstanz, so können Amplitude und Frequenz durch zusätzliche Anwendung eines Kaltleiters noch weiter in ihrer Konstanz gesteigert werden. Ein solcher Generator genügt dann auch als Eichoszillator hohen Ansprüchen.

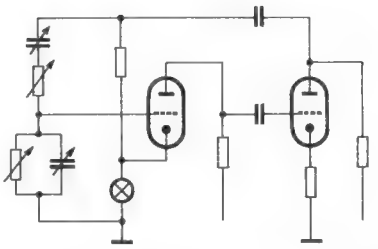


Bild 10. Grundschaltung eines durch einen Kaltleiter stabilisierten dekadischen Meßgenerators von Wandel & Goltermann

So zeigt z. B. **Bild 8** die vereinfachte Prinzipschaltung eines Normalpegel-Senders von Wandel & Goltermann. Hier werden Amplitude und Frequenz der erzeugten Schwingung fast ausschließlich durch die Kaltleiter-Brücke bestimmt; die netzspannungsabhängige Verstärkerschaltung übt nur noch einen verschwindend kleinen Einfluß aus. Daher bleibt auch ein Röhrenwechsel ohne Einfluß auf die Ausgangsspannung, die deshalb als Normal zur Eichung verschiedenster Wechselspannungsinstrumente dienen kann.

Das gleiche Grundprinzip wird im **Bild 9** angewandt. Hierbei handelt es sich um die vereinfachte Schaltung des als Hilfsmittel für die Stimmung von Musikinstrumenten gedachten Stimmgerätes STG 9 der gleichen Firma. Hier sorgt der Kaltleiter für die überaus hohe Konstanz der jeweiligen Frequenz, die sich zeitlich um höchstens ± 0,5 Hz zu ändern vermag. Schließlich sei noch auf **Bild 10** hingewiesen, das die Grundschaltung der von Wandel & Goltermann herausgebrachten dekadischen Meßgeneratoren GMG 2 und GMG 3 wiedergibt. Auch hier ist der im Gegenkopplungszweig liegende Kaltleiter für die erzielte Spannnungskonstanz maßgebend.

In allen erwähnten Anordnungen wird ebenfalls dafür gesorgt, daß der Kaltleiter jeweils etwa zwischen 5 und 15 % seiner Nennspannung arbeitet, also dort, wo die Widerstands-Kennlinie ihre größte Steilheit aufweist. Natürlich muß die zur Verfügung stehende Leistung stets ausreichen, um den Kaltleiter im richtigen Arbeitsbereich betreiben zu können.

Wichtige Vorankündigung:

Im Frühjahr 1955 erscheint die Neuauflage

Röhrenhandbuch 1955

Von Ing. L. Ratheiser

das neue Standardwerk der Röhrenpraxis als Gemeinschaftsproduktion im

FRANZIS-VERLAG, München u. Verlag Ing. W. Erb, Wien

In jahrelanger Arbeit entstand hier ein Werk, das die langgesuchte, zusammenfassende Einführung und Übersicht für die moderne Röhrentechnik bietet und für jeden Radiopraktiker unentbehrlich sein wird

Modernste Ausstattung

Großformat DIN A 4, mit Ringspiralenbindung und beständigem Kartonumschlag

und reichster Inhalt

ältere und neueste zentraleuropäische, amerikanische und englische Radio-, Fernseh- und Spezialröhren

mit allen technischen Unterlagen, ihren Eigenschaften und Anwendungen, Vergleichstypen, Schaltbeispielen, Kennlinien, alphabetisch-numerischen Tabellen und mit den

besonders für den Praktiker bestimmten

250 neuartigen Röhrentafeln in Großformat

200 Seiten, Preis ca 14.— DM

Vorbestellungen an den Buch- und Fachhandel und an den

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

Vorsicht Hochspannung!

Ort der Handlung: Eine Rundfunkwerkstatt.

Personen: Ein „geladener" Kunde und die Techniker.

Vorgeschichte: Ein vor ein paar Tagen eingebauter Autosuper.

Außentemperatur: Minus 10° C.

„Meine Herren", sprach der Kunde, „Sie haben mir vor ein paar Tagen meinen Autosuper eingebaut. Ich glaube, da ist etwas nicht in Ordnung! Jedesmal, wenn ich meinen Wagen verlasse und die Tür zumachen will, bekomme ich einen elektrischen Schlag. Bei verschiedenen Tankstellen sagte man mir, daß in dem Gerät ein Kurzschluß sein müsse. Sehen Sie sich das doch, bitte, einmal an!"

Die Techniker grinsten sich leicht an und gingen, sich dies anzuschauen.

Der Kunde stieg in seinen Wagen, startete den Motor und schaltete das Gerät ein. Nachdem der Empfänger die ersten Töne von sich gab, stellte der Kunde den Motor ab, zog den Zündschlüssel heraus, stieg aus und gab den Zündschlüssel dem ihm am nächsten stehenden Techniker in die Hand, — es funkte und prasselte und der zusammenzuckende Techniker ließ den Schlüssel fallen.

Ratlose, staunende und mißtrauische Gesichter.

Wiederholungen dieses Versuches ergaben unter allgemeiner Erheiterung Funküberschläge bis zu 15 mm Länge, aber nur, wenn der Kunde aus dem Wagen stieg. Bei den Technikern funktionierte es nicht! Es stellte sich dann auch heraus, daß es gleichgültig war, ob der Motor gelaufen war oder nicht, bzw. ob das Gerät eingeschaltet war oder nicht. Hörbares Aufatmen bei den Technikern: Ihr Autosuper war also nicht schuld!

Sollte die statische Aufladung des Kunden, denn hierum handelte es sich scheinbar, etwa von der Reibung zwischen der Wollbekleidung des Kunden und den Nylon-Schutzbezügen der Sitze beim Aussteigen herrühren? Ein auf die Sitze einschließlich der Rückenlehne gelegtes Leinentuch ergab, daß nun der Kunde keine Funken mehr sprühte. Jetzt fiel auch auf, daß der Wagenbesitzer sehr gut gegen Erde isoliert war, er trug nämlich Schuhe mit dicken Kreppsohlen, während die armen Techniker nur Ledersohlen hatten. Durch Entfernen der Nylonschutzbezüge wurde das Übel dann beseitigt.

Ein weiterer Faktor für die Erscheinung dürfte die Lufttemperatur sein, denn je wärmer die Luft war, desto geringer waren die Spannungsüberschläge (unterschiedliche Leitfähigkeit von kalter und warmer, trockener, bzw. feuchter Luft). Darin ist auch die Erklärung zu suchen, daß vor dem Einbau des Autosupers die oben geschilderte Erscheinung nicht auftrat. Die kalten Tage setzten erst nach dem Einbau ein.

Zum Schluß erzählte der Wagenbesitzer noch folgendes Erlebnis: „Gestern abend sah ich aus dem Wagen heraus eine Bekannte. Ich hielt an, stieg aus und wollte sie begrüßen, vergaß allerdings, mich vorher an der Wagentür zu „entladen". Die Folge war ein Aufschrei meiner Bekannten und eine drohende Haltung der übrigen Straßenpassanten.

Na ja, darum bin ich nun hier, denn so ging es ja nicht weiter. Wer weiß, was sonst noch alles passiert wäre!"

Aus der Welt des Funkamateurs

Neue Grid-Dipmeter-Schaltung

Bei der üblichen Grid-Dipmeter-Schaltung liegt im Fußpunkt des Oszillator-Gitterwiderstandes ein hochempfindliches Meßinstrument. Es zeigt unmittelbar den Rückgang des Gitterstromes bei Resonanz mit einem angekoppelten Kreis an. Um gut ablesbare Ausschläge zu erhalten, sind verhältnismäßig feste Kopplungen erforderlich, wodurch unvermeidliche Frequenzänderungen auftreten. Ferner ist das Mikroamperemeter auch mechanisch empfindlich und außerdem stört, daß entgegen der sonst üblichen Weise der Instrumentenzeiger während der Anzeige nach links ausschlägt.

Diese Nachteile werden durch ein zusätzliches Röhrensystem beseitigt, wie R. Piat (F 3 XY) in der Zeitschrift Le Haute Parleur vom 15. August 1954 ausführt. Er stützt sich dabei auf eine Arbeit von J. N. Walker im Short Waves Magazin.

Bei der in **Bild 1** wiedergegebenen Schaltung arbeitet das linke Triodensystem als normaler rückgekoppelter Oszillator. Der Gitterschwingstrom fließt über den aus der Serienschaltung von 50 kΩ und 10 kΩ bestehenden Gitterableitwiderstand. Der Spannungsabfall an 10 kΩ dient gleichzeitig als negative Vorspannung des als Gleichstrom-Röhrenvoltmeter geschalteten rechten Röhrensystems. Der Ruhestrom des verhältnismäßig robusten Milliamperemeters (1 mA Vollausschlag) wird durch eine Brückenschaltung unterdrückt. Mit dem 100-kΩ-Regler ist vor Beginn der Messung der Zeiger auf Null einzustellen. Im Resonanzfall schlägt er dann nach rechts aus. Infolge der Verstärkerwirkung des Röhrenvoltmeters genügen bereits kleine Gitterstromänderungen des Oszillators zur sicheren Anzeige. Die Kopplung zum Meßobjekt kann also loser sein, und die Eichgenauigkeit des Wellenmessers wird erhöht.

Der Oszillator selbst kann auch für UKW-Frequenzen in Colpitts-Schaltung mit einem UKW-Schmetterlingskondensator aufgebaut werden **(Bild 2)**. Mit einem Drahtbügel, ähnlich wie in **Bild 3**, kann man damit z. B. den Bereich von 100 bis 160 MHz bestreichen.

Für die Bemessung anderer Spulen sei auf die in der FUNKSCHAU 1954, Heft 5, Seite 89, erschienene Arbeit verwiesen.

Li.

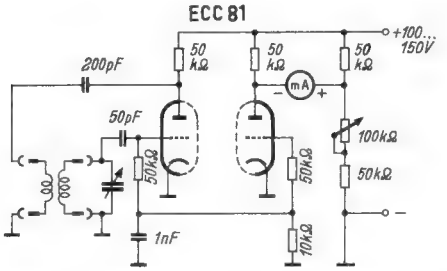


Bild 1. Schaltung eines Grid-Dipmeters mit nachgeschaltetem Röhrenvoltmeter

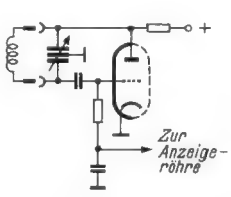


Bild 2. Oszillatorsystem in Colpitts-Schaltung für UKW-Messungen

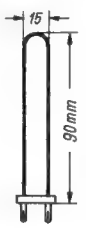
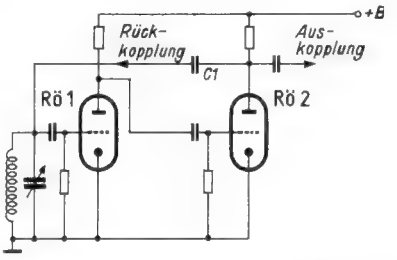


Bild 3. Drahtbügel für den Bereich von 100 bis 160 MHz

Frequenzstabiler Oszillator

Die für den Kurzwellen-Amateur zur Verfügung stehenden schmalen Bänder zwingen zum genauen Einhalten der Sendefrequenz und zur Verwendung von Sender-Oszillatoren höchster Frequenzstabilität. Zweifellos läßt sich mit dem Quarzkristall-Oszillator die höchste Frequenzstabilität erreichen. Ihm haftet jedoch der Nachteil an, daß für eine größere Beweglichkeit innerhalb des Bandes mehrere Kristalle notwendig sind.



Prinzipschaltung des Franklin-Oszillators

Der Amateur zieht daher den VFO-Oszillator (variable-frequency-oscillator) mit kontinuierlicher Abstimmung vor. Hierfür lassen sich verschiedene erprobte Schaltungen verwenden, wie der Hartley-Oszillator, der Colpitts-Oszillator oder der sehr frequenzstabile Clapp-Oszillator, der eine Colpitts-Schaltung mit Reihenresonanzkreis zur Schwingungserzeugung darstellt. In der FUNKSCHAU 1954, Heft 13, S. 266, wurden Hinweise für eine verbesserte Hartley-Oszillatorschaltung gegeben und in Heft 23 des Jahrganges 1953 wurden auf Seite 453 der elektronengekoppelte ECO- und der Gegentakt-Oszillator untersucht. Zu erwähnen wäre noch die in USA vielfach angewendete Methode des Super-TX-Generators, bei dem eine Quarzfrequenz mit einer veränderlichen Frequenz gemischt wird. Daraus ergibt sich eine veränderliche Differenzfrequenz, die als eigentliche Sendefrequenz dient.

Noch wenig bekannt scheint der sich hinsichtlich der Frequenzstabilität äußerst günstig verhaltende Franklin-Oszillator zu sein. Er liefert allerdings nur mäßig hohe Ausgangsspannungen, bedingt also größere Stufenverstärkung. Die Schaltung erfordert zwei Hf-Trioden, von denen Rö 1 als Oszillator **(Bild)** und Rö 2 als Phasenumkehrröhre arbeiten. Rö 2 liefert eine um 180° phasenverschobene Hf-Spannung über einen kleinen Kondensator C 1 von 1 bis 4 pF an das Gitter des Oszillators. Mit dieser Schaltung wird eine sehr lose Kopplung und demzufolge eine äußerst geringe Rückwirkung von Spannungsschwankungen oder Röhrenkapazitäts-Änderungen auf den Oszillator erreicht. Ferner wird auch die unerwünschte Dämpfung des Oszillatorkreises vermieden.

Wird beispielsweise die bevorzugte Grundfrequenz von 1,75 MHz verwendet, so kann infolge der starken Oberwellenbildung an der Phasenumkehrröhre die folgende Stufe noch mit der sechsten Harmonischen ausgesteuert werden, so daß man mit wenigen Vervielfacherstufen auskommt.

Der Franklin-Oszillator bietet somit für den Kurzwellen-Amateur nicht nur als Sender-Oszillator Vorteile, sondern scheint auch für Meßzwecke (Frequenzmessungen) gut geeignet zu sein.

R. H.

(Der Franklin-Oszillator wurde bereits vor dem Kriege in der angelsächsischen Fachliteratur beschrieben, z. B. in der Wireless World Nr. 1 vom Januar 1938)

Praktischer Sägezahngenerator

Kippspannungsgeräte zur Erzeugung von Sägezahnschwingungen enthalten meist mehrere Röhren, um gute Linearität zu erzielen. Die hier beschriebene praktisch erprobte Anordnung erfordert dagegen nur eine einzige Röhre. Sie läßt sich gut synchronisieren, liefert eine genau zeitproportionale Kippspannung für Oszillografen sowie Impulsreihen gleicher Frequenz für elektronische Schaltungen aller Art

Bei dem hier besprochenen Gerät handelt es sich um ein Phantastron, auch Transitron-Miller-Integrator genannt. Die Schaltung nach **Bild 1** arbeitet folgendermaßen:

Der jeweils angeschaltete und gerade geladene Kippkondensator Ck ist bestrebt, sich über den Ladewiderstand, bestehend aus R 2 in Serie mit dem Doppelpotentiometer P 1 und P 2 zu entladen. Dadurch wird das Steuergitter der Röhre positiver. Es fließt mehr Strom durch die Röhre und die Spannung an der Anode sinkt. Der zwischen Anode und Steuergitter liegende Kippkondensator Ck stellt eine feste Kopplung zwischen diesen beiden Elektroden dar, so daß das sinkende Potential an der Anode der positiver werdenden Spannung des Steuergitters entgegenwirkt. Der Anodenstrom nimmt daher weniger rasch zu, als dies ohne Ck der Fall wäre.

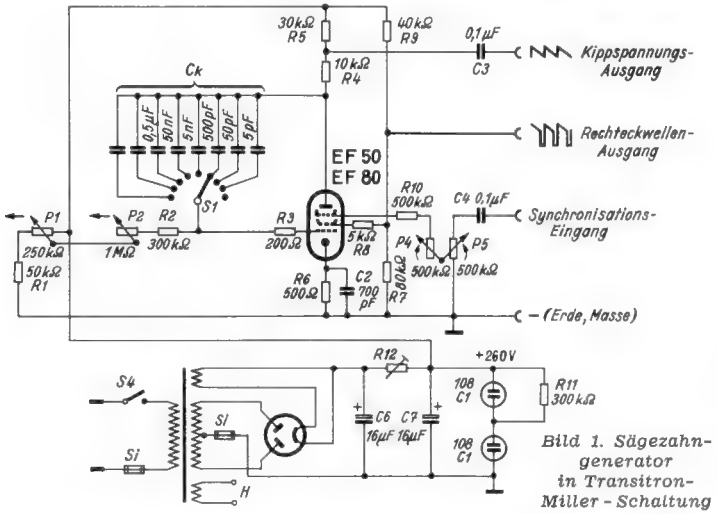


Bild 1. Sägezahngenerator in Transitron-Miller-Schaltung

Hieraus erklärt sich, daß die Anodenspannung genau zeitlinear abnimmt (siehe **Bild 2**). Nach einer bestimmten Zeit, wenn die Anodenspannung genügend weit gesunken und der Knick in der Ia-Ua-Charakteristik der Pentode erreicht ist, tritt Stromübernahme durch das Schirmgitter ein. Der Anodenstrom wird fast Null, der Schirmgitterstrom steigt rasch an, und die Schirmgitterspannung sinkt wegen der in der Schirmgitterzuleitung liegenden Widerstände ab **(Bild 4)**.

Eine wichtige Rolle spielt hierbei das Bremsgitter. Es erhält vom Schirmgitter über die Elektrodenkapazitäten und durch die elektronische Verkopplung einen negativen Impuls **(Bild 3)** und sperrt den Anodenstrom vollkommen. Üblicherweise werden die Schaltimpulse dem Bremsgitter über zusätzliche, umschaltbare Kapazitäten zugeführt; man erhält dann einen besseren Amplitudengang über alle Bereiche.

Das Verschwinden des Anodenstromes bewirkt ein plötzliches Hochschießen des Anodenpotentials. Über den Kippkondensator Ck wird dann auch das Steuergitter plötzlich positiv. Die Gitter-Katodenstrecke ist jetzt leitend geworden, und der Kippkondensator wird schlagartig wieder aufgeladen (siehe **Bild 5** und **6**). Inzwischen entsperrt das Bremsgitter den Anodenstrom, die Stromverteilung zwischen Schirmgitter und Anode kehrt um, und das Spiel beginnt von neuem. Dabei unterstützt der Katodenwiderstand die Arbeitsweise (katodengekoppeltes Phantastron).

Die Oszillogramme, Bild 2 bis 6, zeigen den Spannungsverlauf an den einzelnen Elektroden. Bild 2 (Anode) läßt deutlich den für diese Schaltungsart charakteristischen senkrechten Startsprung erkennen. Ferner sieht man im Gegensatz zu anderen Kippgeneratoren die lineare schräge Flanke des Sägezahns als abfallende Gerade sowie den raschen Rücklauf als Senkrechte. Bild 3 zeigt den Spannungsverlauf am Bremsgitter mit den charakteristischen negativen Anodenstromsperrimpulsen und den unmittelbar darauf folgenden Entsperrimpulsen. Die negativen Sperrimpulse am Bremsgitter werden durch plötzlichen kurzzeitigen Spannungsabfall am Schirmgitter verursacht, dessen Kurvenverlauf Bild 4 zeigt. Die Bilder 5 und 6 lassen den Spannungsverlauf am Steuergitter bzw. an der Katode erkennen. Man sieht die raschere Spannungszunahme des Steuergitters gegenüber der Katode und als Impuls den kurzzeitigen Gitterstromeinsatz während des Aufladens des Kippkondensators.

Um eine größere Bereichvariation der Kippfrequenz zu erhalten, werden in Bild 1, abweichend von bisherigen Schaltungen, gleichzeitig die Umladespannung U und der Entladewiderstand mit dem Tandempotentiometer P 1 und P 2 geändert. Der Regelsinn ist aus den im Bild eingezeichneten Pfeilen ersichtlich. Auf diese Weise wird das übliche Regelverhältnis von etwa 1 : 3 bis 1 : 6 auf 1 : 12 bis 1 : 15 erweitert.

Die Zeit für den Hinlauf ist durch die Zeitkonstante $R_l \cdot C$ gegeben. Der Ladewiderstand R_l setzt sich dabei aus R 2, P 2 und dem zwischen Schleifer und $+U_B$ liegenden Teil von P 1 zusammen. Die Feineinstellung der Kippfrequenz erfolgt durch gleichzeitiges Regeln von P 1 und P 2. Steht der Schleifer am positiven Ende, so ist R_L klein und die Umladespannung groß; der Kondensator kann sich über R_L rascher entladen, die Kippfrequenz liegt höher. Steht der Schleifer dagegen an der negativen Seite, so erfolgt die Entladung langsamer und die Kippfrequenz ist niedriger. Der Serienwiderstand zwischen P 1 und Erde ist notwendig, da sonst, bei zu negativ werdendem Schleifer P 1, die Linearität unzulässig abnehmen würde.

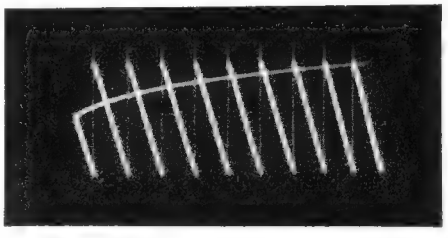


Bild 2. Spannungsverlauf an der Anode

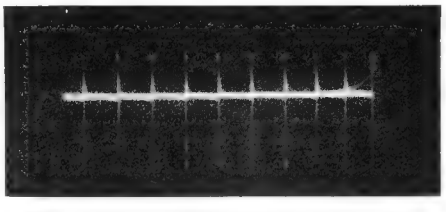


Bild 3. Spannungsverlauf am Bremsgitter

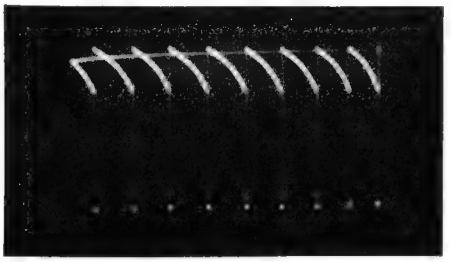


Bild 4. Spannungsverlauf am Schirmgitter

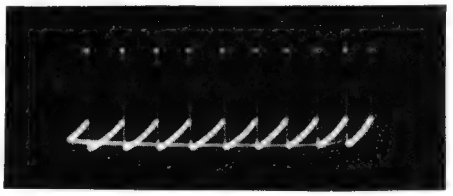


Bild 5. Spannungsverlauf am Steuergitter

Bild 6. Spannungsverlauf an der Katode

Der Ladewiderstand R_l soll den Wert von 200 kΩ bis 300 kΩ nicht unterschreiten, deshalb wurde der Festwiderstand von 300 kΩ eingefügt. Für das Tandempotentiometer erwies sich die Type Nr. 107 der Fa. Wilhelm Ruf (Ruwido) als sehr geeignet. Bei diesem Fabrikat ist es möglich, verschiedene Werte nachträglich zu kombinieren: Man bohrt einfach die beiden Messingnieten aus, die die Widerstandsgehäuse zusammenhalten, und ersetzt sie durch entsprechend lange M 2-Schrauben. Bei diesem Potentiometertyp besteht weiterhin der Vorteil, daß man bei der hinteren Kapsel (P 2) die schädlichen Schaltkapazitäten verkleinern kann, indem man das rückwärtige Abschirmblech ablöst und die Seitenwände des Gußgehäuses aussägt. Dabei müssen die vier runden Stützstellen stehen bleiben, so daß die mechanische Festigkeit nicht leidet.

Da man mit diesem Tandempotentiometer eine Kippfrequenzvariation von etwa 1 : 12 erreicht, kann man für den Ladekondensator dekadisch gestufte Kapazitätswerte wählen. In vorliegender Schaltung wurden die Werte 5, 50, 500 pF, 5 nF (keramische Kondensatoren, Fabrikat Stettner, Lauf) und 50 nF und 0,5 µF (Tauchwickel - Kondensatoren, Fabrikat Wima, Unna) verwendet. Man erreicht mit diesen Kapazitätswerten Kippfrequenzen von etwa 1 Hz bis 500 kHz. Will man das Absinken der Amplitude bei tiefen Frequenzen vermeiden, so schaltet man zwischen Schirmgitter und Bremsgitter Koppelkondensatoren. Hierzu wird auf der Achse des Umschalters (Fa. Mayr) für die Kippfrequenz eine weitere Schaltebene angeordnet, mit der diese Kondensatoren gleichzeitig umgeschaltet werden.

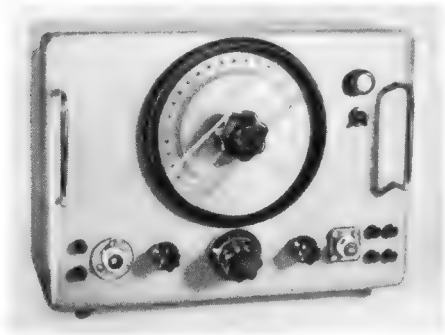


Bild 7. Ansicht des Sägezahngenerators; in der Mitte die Skala für die Feinregelung der Frequenz, darunter der Grobregler, links die abgeschirmte Buchse für den Synchronisier-Eingang, rechts die Ausgangsbuchsen

Der Rücklauf wird durch die Zeitkonstante (R 4 + R 5) · Ck bestimmt. Da man stets beabsichtigt ihn so kurz wie möglich zu halten, wird man die Summe dieser beiden Widerstände möglichst klein machen. Andererseits sind dieser Forderung jedoch Grenzen gesetzt, da bei kleineren Außenwiderständen R 4 und R 5 die Verstärkung sinkt und die Linearität schlechter wird. Hier liegt auch ein Grund dafür, daß man den Ladewiderstand nicht beliebig klein machen kann; der Hinlauf wird sonst kürzer als der Rücklauf! Der Anodenwiderstand wurde daher mit 40 kΩ bemessen und bei 30 kΩ unterteilt, um den Ausgang gegen die Röhre etwas zu entkoppeln.

Die Schaltung zeichnet sich weiterhin dadurch aus, daß sie sich leicht synchronisieren läßt. Die Synchronisierimpulse werden über C 4, P 5, P 4 und R 10 dem Bremsgitter zugeführt. Diese Schaltungsanordnung, bei der P 4 und P 5 gleichfalls als Tandemausführung verwendet werden, verhindert, daß sich mit verändertem Synchronisierzwang die Kippfrequenz ändert. Der Gesamtvorwiderstand des Bremsgitters, bestehend aus R 10, P 4, P 5 bleibt in jeder Stellung konstant. Bei diesem Tandempotentiometer P 4, P 5 ist gleichfalls zu empfehlen, die Schaltkapazitäten, wie vorher beschrieben, zu beseitigen.

Als Röhre eignet sich jede Pentode mit getrennt herausgeführtem Bremsgitter. Zweckmäßig sind die Typen EF 42, EF 50, EF 80, 6 AC 7, PL 83, EL 803, E 83 F, E 80 L, 6 AG 7; ferner eignen sich hierzu Hexoden wegen ihrer großen Schirmgitter-Belastbarkeit. Die Schaltung Bild 1 wurde mit der EF 50 ausgeführt, da diese Type ebenfalls eine hohe Schirmgitterbelastung zuläßt.

Da die Kippfrequenz sehr von der Betriebsspannung U_B abhängt, wurde sie mit den Valvo-Stabilisatoren 108 C 1 stabilisiert. Der Querstrom durch die Stabilisatoren wird mit dem Vorwiderstand R 12 auf etwa 15 mA eingestellt.

Um Störstrahlung durch den sehr oberwellenreichen Sägezahngenerator zu vermeiden, wurde das Gerät in ein Gehäuse mit den Abmessungen 290 × 205 × 150 mm (Fa. Leistner, Hamburg) eingebaut. **Bild 7** zeigt die Frontansicht und **Bild 8** die Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis. Für den Aufbau gelten bei diesem Gerät Forderungen wie für einen Breitbandverstärker. Auf kurze Leitungen und geringe Erdkapazitäten ist daher zu achten. Auf der rechten Seite des Chassis wurde Platz für den späteren Einbau eines Breitbandverstärkers, einer Differenzierstufe usw. gelassen.

Das Tandempotentiometer zur Feinregelung der Kippfrequenz wird über einen Mentor-Grob-Feintrieb (Fa. Mozar) betätigt. Die Skala (Mozar) eicht man in Kippfrequenzen. Dies ist möglich, da die Betriebsspannung stabilisiert ist und der Bremsgitter-Vorwiderstand konstant gehalten wird. Für den Synchronisier-Eingang wurde eine Hirschmann-Hf-Buchse verwendet. So kann man, um Störfelder zu vermeiden, die Synchronisierspannung über ein geschirmtes Kabel zuführen.

Das Gerät ist sehr vielseitig zu verwenden. Es dient in Verbindung mit einem Verstärker als Kippgerät für Oszillografen, mit einer Differenzierstufe als Impulsgeber für Zeitmarken oder zur Synchronisierung anderer Schaltungsanordnungen. Schließlich kann man das Gerät infolge seines hohen Oberwellengehaltes überall da anwenden, wo bisher Rechteckwellengeneratoren für Eich-, Kontroll- und Prüfzwecke herangezogen wurden.

Ing. Gerhard Hille

(Literatur: O. S. Puckle, „Time Bases", Chapman & Hall Ltd., London; Valve & service reference manual, Mullard, London.)

Lieferanten der beim Modell verwendeten Einzelteile

Transformator: Typ 2a/N, Graupner & Doerks, Wiesthal/Spessart
Kondensatoren: Stettner, Lauf b. Nürnberg; Wima, Wilhelm Westermann, Unna/Westf.
Potentiometer: Ruwido, Wilhelm Ruf, Höhenkirchen b. München
Gehäuse: Paul Leistner, Hamburg
Feintrieb, Skala, Knöpfe: Mentor, Dr. Mozar, Düsseldorf
Buchsen: Hirschmann, Eßlingen
Schalter: Mayr, Erlangen
Röhrenfassungen: Lumberg, Schalksmühle/Westf.
Elektrolytkondensatoren: Siemens, Karlsruhe
Stabilisatoren: Valvo, Hamburg
Sicherungselemente: Wickmann, Witten-Annen

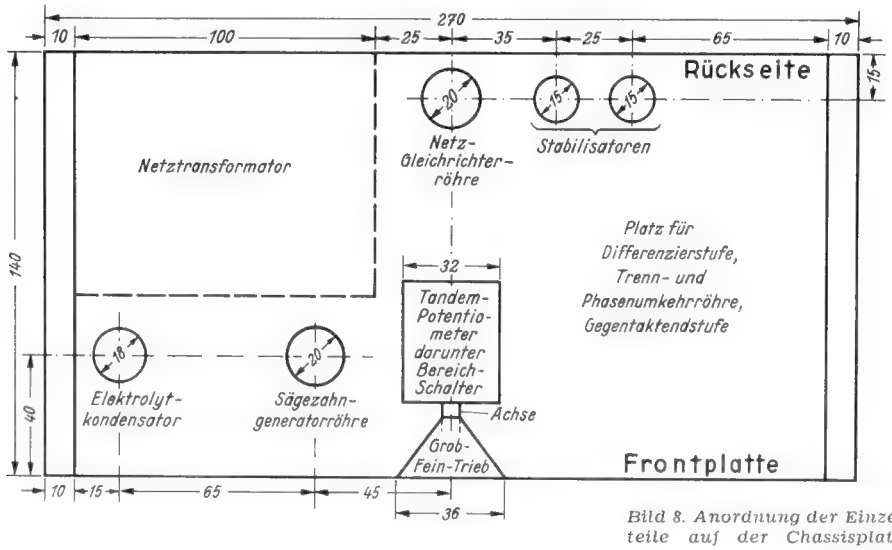


Bild 8. Anordnung der Einzelteile auf der Chassisplatte

Funktechnische Fachliteratur

So gleicht der Praktiker ab

Von Ing. Otto Limann, 64 Seiten mit 45 Bildern. Band 75 der „Radio-Praktiker-Bücherei". Preis: 1.40 DM. Franzis-Verlag, München.

Das Buch liegt in seiner 2. und 3. Auflage vor; es ist umgearbeitet und zusätzlich auf UKW-Empfänger zugeschnitten. Beim Erscheinen der 1. Auflage (1950) stand ja die Frequenzmodulation noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung in Deutschland.

Das Werk des bekannten Autors ist in mancher Hinsicht erstaunlich. Der Verfasser scheut sich nicht, einige „unumstößliche" Lehrsätze doch ins Wanken zu bringen — etwa bei der Behandlung der Arbeitsweise beim Abgleich: zuerst nach dem Gehör abgleichen („Der alte Praktiker machte es unbewußt schon immer so, bisher wagte nur keiner, das niederzuschreiben."). Der Abgleichton, dem der Prüftechniker stundenlang ausgesetzt ist, soll „wie das Summen von Bienen in einer blühenden Linde sein und nicht wie das Sirenengebrüll eines Ozeandampfers . . ."

Wir finden handfeste und stichhaltige Hinweise für den Abgleich, die dem Praktiker Arbeit und kostbare Zeit ersparen — und diese nützlichen Winke sind klar beschrieben und so überlegen formuliert, daß man die Kniffe und Pfiffe dieser Kunst wahrhaftig im Handumdrehen lernt. In vielen Fällen, etwa beim Oszillator- oder Zf-Abgleich, beim Abgleich der Vorkreise usw. werden die Kenntnisse im Telegrammstil vermittelt, und auf diese Weise wird Raum für wesentliche Erläuterungen bestimmter Sondervorgänge und firmeneigener Besonderheiten gewonnen. Ein Kapitel (IV) behandelt zeitsparende Meßeinrichtungen und gewährt Einblick in relativ wenig bekannte Abgleichverfahren. Bemerkenswert ist ferner eine durchaus ungewohnte Bewertung der Gleichlaufrechnung, die souverän auf die ihr zukommende Bedeutung zurückgeführt wird.

Zusammengefaßt: Das Buch enthält vor allem allgemein gültige Abgleichregeln, kann und will aber nicht die Kundendienstschriften der Industrie ersetzen, die jeweils auf bestimmte Empfängertypen abgestimmt sind.

-r

Bastelpraxis

Teil I: Allgemeine Arbeitspraxis.

Von Werner W. Diefenbach. 64 Seiten mit 50 Bildern. Band 71 der „Radio-Praktiker-Bücherei". Preis: 1.40 DM. Franzis-Verlag, München.

Der Ausdruck „Basteln" hat bei manchem einen schlechten Klang, denn er verbindet damit die Vorstellung einer laienhaften Betätigung mit unzulänglichen Mitteln. Daß dies beim Rundfunkbastler durchaus nicht der Fall zu sein braucht, dazu hilft dieses aus einer reichen Erfahrung entstandene Werk. Es behandelt hauptsächlich das Einrichten des Arbeitsplatzes und die handwerklichen Arbeitsverfahren wie Sägen, Feilen, Anreißen und Körnen, Biegen von Blechen, Bohren, Gewindeschneiden, Löten usw. Fast wird damit ein kleiner Lehrgang des Mechanikerhandwerks geboten, der jedem Funkamateur, Modellbauer und vielleicht auch manchem beruflich in der Funktechnik Tätigen sehr empfohlen werden kann.

Der Telefunken-Sprecher

Hausmitteilungen der Telefunken GmbH. Dezember 1954, Jahresausgabe.

Mit Spannung nimmt man dies zum Jahresende erschienene Heft zur Hand, dessen vorzügliche Gestaltung durch H. Schenk auch diesmal wieder sofort das Gefühl der Gediegenheit vermittelt. Die 64 Seiten starke Ausgabe im A 4-Format gibt eine zusammenfassende Übersicht über das Telefunkenprogramm 1954/55. Rundfunk- und Fernsehempfänger Kombinationen, Platten-Abspielgeräte, Magnetophone, Autosuper, Geräte der Elektroakustik, Röhren und Schallplatten, das sind die Arbeitsgebiete die vornehmlich im „Sprecher" zu Wort kommen, zugleich diejenigen Arbeitsgebiete, auf denen nicht allein technische Qualität und Zuverlässigkeit, sondern auch Stil und Geschmack entscheidend sind.

Die von maßgebenden Fachleuten geschriebenen Aufsätze enthalten wirkliche technische Substanz mit aufschlußreichen Bildern, Kurven usw. Man erhält damit einen Einblick in die Aufgaben des Entwicklungsingenieurs und wie diese Aufgaben bei den neuen Geräten gelöst wurden. Aber auch der Fachhändler findet in kaufmännischen Themen wie z. B. über Marktforschung ausgezeichnete Anregungen. — Die beste Anerkennung für das Heft liegt wohl darin, daß man es nicht wie einen Prospekt überfliegt, sondern daß man sofort geneigt ist, es beiseite zu legen und in einer ruhigen Stunde mit Interesse durchzuarbeiten.

Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU

Nr. 1 Januar 1955

Die Technik des Dezimeterwellen-Eingangsteiles von Fernsehgeräten

Von K. Heyn

Die FUNKSCHAU hat bereits mehrfach über das Fernsehen im Dezimeterbereich berichtet. Unsere Leser sind daher über die Lage unterrichtet: in etwa zwei Jahren wird die Knappheit an Frequenzkanälen in Band I und III den Übergang zu den ultrahohen Frequenzbändern IV (470...485 MHz) und evtl. V (610...960 MHz) erzwingen, so daß die Empfängerkonstrukteure schon heute erste Versuchskonstruktionen aufbauen und sie im Strahlungsfeld des NWDR-Dezimeterwellen-Fernsehsenders auf dem Bielstein (Kanal 14 = 484...491 MHz) testen. Nachfolgende Ausführungen befassen sich mit dem grundsätzlichen Aufbau des Dezi-Einganges, Röhrenfragen usw. und sind geeignet, schon heute — in diesem frühen Stadium der Entwicklung — die Probleme und ihre Lösung aufzuzeigen.

DK 621.397.6.029.63

In beiden Fernseh-Bändern IV und V stehen zusammen 65 Kanäle zur Verfügung. Diese Zahl erscheint hoch, aber man muß bedenken, daß nicht an jedem Ort eine beliebige Frequenz abgestrahlt werden kann, sondern es sind sorgfältige Untersuchungen über die Reichweite und über gewisse empfängerbedingte Sonderheiten anzustellen.

Die Dezimeterwellen sind weitgehend erforscht; ihre Anwendungen in der Radar- und Richtfunktechnik sind bekannt und damit die hier immer wieder auftauchenden Begriffe Hohlraumresonatoren, Wellenleiter, Scheibentriode u. a. m.

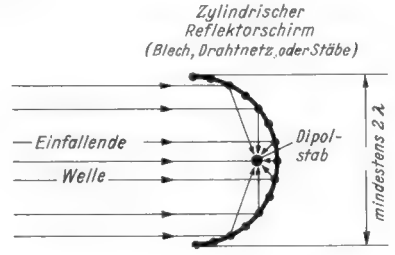


Bild 1. Dezi-Antenne

Und doch wird der Techniker, wenn er sich in einigen Jahren mit Fernsehempfängern für Dezimeterwellen befaßt, mit diesen Dingen recht wenig zu tun haben. Das wird nicht anders sein als heute: die Fernsehempfänger enthalten für den Empfang der Meterwellen einfache Spulen und Kondensatoren, während die Sender mit typischen UKW-Elementen ausgerüstet sind, etwa wie das Einseitenbandfilter des Feldbergsenders.

Unterschied zwischen kommerzieller und handelsüblicher Bauweise

Die weit fortgeschrittene Entwicklung auf dem Dezimetergebiet in den USA erhärtet diese Ansicht. Spezielle Konstruktionen ersetzen dort die teuren Dezimeter-Bauteile durch sehr einfache Bauelemente. Der Grund ist leicht einzusehen: im kommerziellen Gerät dominiert wegen der geringen Stückzahl der Geräte der Entwicklungsaufwand, während die Materialkosten eine geringe Rolle spielen. Umgekehrt liegen die Verhältnisse beim Bau von Fernsehempfängern hoher Auflage. Hier verteilen sich die Entwicklungskosten auf viele Empfänger und sie werden daher, pro Stück gerechnet, gering, während der Materialaufwand bei jedem Gerät auftritt und dessen Preis maßgeblich bestimmt.

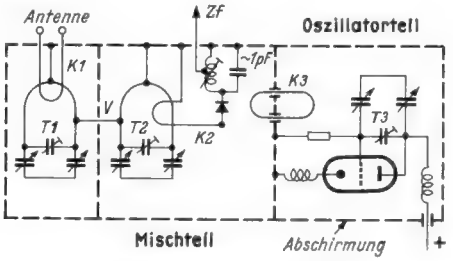


Bild 2. Kapazitiv abstimmbarer Dezi-Tuner; K1 = Antennenkoppelschleife, K2 = Koppelschleife zur Mischdiode, K3 = Oszillatorkoppelschleife, T1 bis T3 = Gleichlauftrimmer

Wegen der kurzen Wellenlängen sind vor allem die Antennen der Dezi-Fernsehgeräte billig. Der Faltdipol besitzt Längen zwischen 15 und 30 cm und ist daher leicht zu montieren. Hierdurch ist die Konstruktion von Antennen mit hohem Gewinn äußerst einfach geworden, wie etwa *Bild 1* beweist. Natürlich kann man auch die bisher üblichen Bauformen mit Direktor und Reflektor beibehalten.

Konverter oder Tuner?

Über diese Frage haben wir einige Angaben in der *FUNKSCHAU* 1954, Heft 14, Seite 285, veröffentlicht. Beim *Konverter* wird die Eingangsfrequenz auf einen der Kanäle in Band I oder III transponiert, so daß sich zwei Überlagerungsstufen ergeben. Nach bisherigen Untersuchungen ist Kanal 4 recht günstig, wenn auch die Verhältnisse an manchen Orten ein Ausweichen auf einen anderen Kanal notwendig machen können.

Dieser Konverter ist dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des ersten Oszillators *unter* der Empfangsfrequenz liegen muß. Ferner wird man bestrebt sein, den Zusatz so aufzubauen, daß keine weitere Umschaltung des alten Fernsehgerätes nötig wird. Zur Wahl steht das dem Konverter beigegebene eigene Netzteil oder das Heranführen der Speisespannungen aus dem Empfängerchassis, so daß der Konverter leicht einzulöten ist, evtl. sogar eingesteckt werden kann.

Beim *Dezi-Tuner* wird die Empfangsfrequenz sogleich auf die Zwischenfrequenz des nachgeschalteten Empfängers umgesetzt. Daß hierbei nur die hohe Zwischenfrequenz von 33,4 MHz (Ton) und 38,9 MHz (Bild) zweckmäßig ist, dürfte wegen der Spiegelfrequenzselektion einleuchtend sein. Die Amerikaner verwenden u. a. aus diesem Grund eine noch etwas höhere Zwischenfrequenz.

Im Gegensatz zum Konverter liegt hier aber die Oszillatorfrequenz *über* der Empfangsfrequenz, da wir nur eine Frequenzumsetzung haben. Konstruktiv sind keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen beiden Eingangstypen vorhanden.

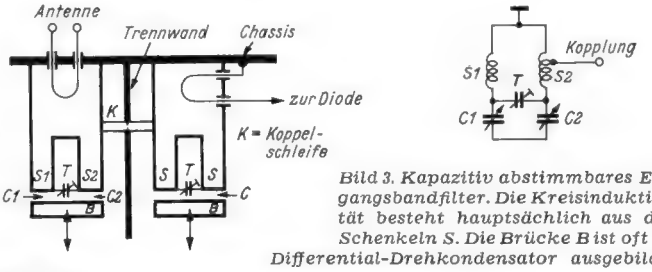


Bild 3. Kapazitiv abstimmbares Eingangsbandfilter. Die Kreisinduktivität besteht hauptsächlich aus den Schenkeln S. Die Brücke B ist oft als Differential-Drehkondensator ausgebildet

Vorstufe

Eine Dezi-Vorstufe, die wirklich Vorteile bringen soll, ist teuer. Sie muß mit einer Scheibentriode bestückt werden, deren Preis (zur Zeit rund fünfzehnmal so teuer wie eine normale UKW-Triode) die Verwendung im normalen Fernsehgerät ausschließt. Selbst in den USA sind bislang noch keine billigen Scheibentrioden auf dem Markt. Zum Vergleich: mit Scheibentrioden erreicht man — nach amerikanischen Angaben — eine Rauschzahl des Eingangs zwischen 8 und 10 kT_0 und mit einer Silizium-Mischdiode direkt im Eingang nur eine solche von 14 bis 18 kT_0. Wesentlich ist noch, daß die Vorröhre die Oszillatorenausstrahlung ganz erheblich herunterdrückt — hier liegen die Verhältnisse nicht anders als bei den Meterwellen.

Mit einer Scheibentriode als Vorröhre erreicht man im Gegensatz zum Gerät ohne Vorstufe das gleiche Rauschverhältnis wie mit einer Röhre PCC 84 im Vergleich zu einer EF 80 bei 200 MHz. Die Oszillatorausstrahlung wird stark verringert, aber der hohe Preis der entsprechenden Röhre schiebt den Riegel vor.

Schaltungstechnik

Bild 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Dezi-Tuners bzw. Umsetzers. Über eine Koppelschleife K 1 wird die Antennenspannung in den ersten Kreis des Eingangsbandfilters eingekoppelt. Die Abstimmung dieses Kreises übernimmt ein Differentialdrehkonden-

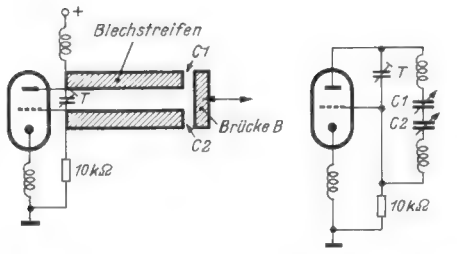


Bild 4. Kapazitiv abstimmbarer Oszillator

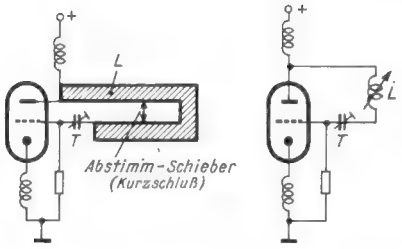


Bild 5. Induktiv abstimmbarer Oszillator (durch einen Kurzschlußschieber wird das L verändert)

sator. Die Induktivität besteht nur aus einem Stück Draht. Der erste Kreis sitzt in einer eigenen, abgeschirmten Kammer mit einer isolierten Wanddurchführung, durch die der Draht V geht. Er stellt die Kopplung zwischen den beiden Kreisen dar. Je nach der Stelle, an der der Koppeldraht angelötet wird, können Kopplungsfaktor bzw. Kopplung eingestellt werden. In der zweiten abgeschirmten Kammer sind der zweite Kreis des Eingangsbandfilters und die Mischdiode untergebracht.

Zur Mischung dient in den amerikanischen Geräten meistens eine Siliziumdiode, deren Nutz/Rauschverhältnis besser als bei der Germaniumdiode ist. Dioden dieser Art werden u. W. gegenwärtig in Deutschland noch nicht gefertigt; es besteht jedoch kein Grund zur Annahme, daß sie etwa nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen werden. Die Kopplung zwischen Bandfilter und Diode erfolgt induktiv über K 2. Die dritte Kammer beherbergt den Oszillator, dessen Spannung über K 3 auf den Mischkreis gegeben wird. Alle Spannungszuführungen müssen gut verdrosselt und abgeblockt sein.

Bild 3 zeigt die Ausführungsform eines kapazitiv abstimmbaren Eingangsfilters im Prinzip und gibt eine Vorstellung davon, wie man etwa solche Dezimeterwellen-Elemente ausbilden kann. *Bild 4* gibt einen Oszillatorkreis wieder, der seine Frequenz durch kapazitive Änderungen variiert. *Bild 5* veranschaulicht einen induktiv abstimmbaren Oszillator.

Aus den Bildern kann man ersehen, daß die Dezimeterwellenkreise im wesentlichen genau so aufgebaut sind wie wir es von den übrigen Frequenzbereichen her gewohnt sind — nur mit dem Unterschied, daß die L- und C-Werte sehr klein geworden sind. Spulen werden durch Blechstreifen ersetzt, wobei alle Leiterstücke versilbert sein müssen, so daß die Dämpfung klein bleibt.

Das Eingangsbandfilter bestimmt vor allem die Spiegelfrequenzselektion, während der Oszillator entscheidend auf das Rausch/Nutzverhältnis einwirkt. Die auf die Diode gelangende Oszillatorspannung bestimmt sehr stark das Eigenrauschen. Wichtig ist ferner die Frequenzstabilität des Oszillators; in amerikanischen Geräten sind Vorkehrungen für die Stabilisierung der Speisespannungen dieser Röhre üblich.

Mechanische Forderungen

Der Tuner muß sich leicht einstellen lassen. Der übliche Kanalschalter unserer Fernsehempfänger besitzt Rasten für jeden Kanal. Dieses Verfahren ist bei der großen Zahl von Kanälen im Dezi-Bereich kaum anwendbar, sondern man bedient sich einer großen „Senderskala" mit Kanaleichung, die durchgehend abstimmbar ist. Trotzdem sind Konstruktionen bekannt, die jeden der 65 Kanäle einzurasten gestatten, wobei der Gesamtbereich häufig unterteilt ist. Aber diese Ausführungen, die allerdings den Gleichlauf zwischen Eingangsbandfilter und Oszillatorkreis verbessern, sind teuer und kompliziert.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen: Wird keine Vorröhre benutzt — und das ist nach dem vorher Gesagten die Regel — so ist für die Güte des Eingangsteiles fast ausschließlich der Oszillator verantwortlich, vor allem sein Gleichlauf, seine Hf-Spannung die er an das Mischsystem liefert und seine Frequenzkonstanz. Man benötigt hier Spezialröhren, damit sich optimal dimensionierte Schaltungen aufbauen lassen. Die bisher benutzten UKW-Röhren wie ECC 85 und PCC 84 gestatten es nicht, einen einwandfrei und gleichmäßig schwingenden Oszillator bis 1000 MHz zu konstruieren, dessen Schwingamplitude über einen Bereich von 500 bis 600 MHz annähernd konstant bleibt.

Kompensation der Ausgangsdämpfung selbstschwingender UKW-Mischtrioden

Von Dr. D. Hopf

DK 621.396.621.53/.55.029.62 : 621.373.421 : 621.385.3

Im UKW-Bereich moderner Rundfunkempfänger wird besonderer Wert auf eine gute Grenzempfindlichkeit gelegt. Deshalb hat sich in der Mischstufe die steile Triode in selbstschwingender Schaltung, meist mit Brückeneingang, weitgehend durchgesetzt. Neben dem Vorteil des niedrigen Rauschpegels hat aber die Triode den Nachteil der großen Ausgangsdämpfung, die Verstärkung und Trennschärfe verringert. Deshalb ist es üblich, den wirksamen inneren Widerstand mit Hilfe einer Entdämpfungsschaltung auf etwa 100 bis 200 kΩ zu erhöhen.

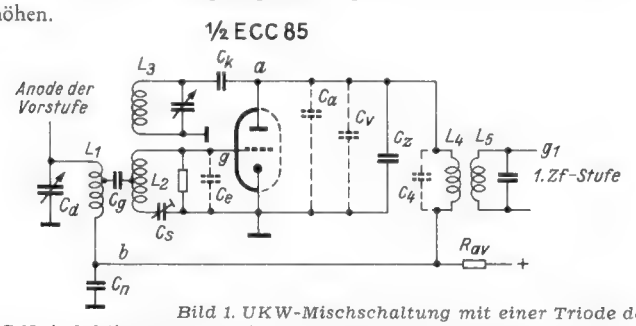


Bild 1. UKW-Mischschaltung mit einer Triode der ECC 85, induktiver Symmetrierung, Kapazitätsabstimmung und Kompensation des inneren Widerstandes

Die Ausgangsdämpfung der selbstschwingenden Mischtriode setzt sich hauptsächlich aus zwei Bestandteilen zusammen. Der eine ist der innere Widerstand der Röhre, der bei etwa 20 kΩ liegt, der andere wird durch die Gegenkopplung über die Gitter-Anodenkapazität dargestellt. Durch den in der Oszillatorschaltung zur Amplitudenstabilisierung notwendigen Gitterkondensator wird das Mischröhrengitter für die Zwischenfrequenz kapazitiv, so daß die Gitter-Anodenkapazität im Gegensatz zu normalen Verstärkerschaltungen mit abgestimmten Kreisen nicht mitkoppelnd, sondern gegenkoppelnd für die Zwischenfrequenz wirkt. Der hierdurch parallel zum inneren Widerstand auftretende Dämpfungswiderstand ist von der Größe des Gitterkondensators abhängig und liegt bei etwa 30 kΩ. Insgesamt würde der Primärkreis des ersten Zf-Bandfilters, der einen Resonanzwiderstand von 40 bis 50 kΩ besitzt, mit etwa 12 kΩ zusätzlich bedämpft, d. h. die Verstärkung würde um den Faktor 2 herabgesetzt. Um dies zu vermeiden, führt man über eine Brückenschaltung eine Zf-Spannung an das Gitter, die in Gegenphase zu der über C_{ag} herangeführten ist. Diese Brücke wird aber nicht abgeglichen, denn man will ja nicht nur C_{ag} neutralisieren, sondern auch den inneren Widerstand heraufsetzen. Im folgenden soll gezeigt werden, wie man die Schaltelemente der Brücke für einen vorgegebenen Wert des wirksamen inneren Widerstandes berechnen kann.

Neutralisierung der Gitter-Anodenkapazität

Wir gehen von einer Schaltung einer Mischstufe aus, wie sie in *Bild 1* dargestellt ist. Der Fußpunkt der Spule L_1 ist über den Neutralisierungskondensator C_n geerdet, der gleichzeitig im ersten Zf-Kreis liegt und die zur Kompensation benötigte Zf-Spannung an das Gitter bringt. Der Kondensator C_k, der den Oszillatorkreis an die Anode ankoppelt, dient gleichzeitig mit zur Abstimmung des ersten Zf-Kreises mit der Spule L_4, da L_3 für die Zwischenfrequenz einen Kurzschluß darstellt. Die übrigen Bestandteile der Abstimmkapazität des Primärkreises sind die Ausgangskapazität C_a der Röhre, die Zusatzkapazität C_z, die meist zur Verringerung der Oszillatoroberwellen unmittelbar zwischen Anode und Katode geschaltet wird, die Eigenkapazität C_4 der Spule L_4 und die Kapazität C_v der Verdrahtung. Auf der Gitterseite sind der Gitterkondensator C_g, der Drehkondensator C_d, der Symmetriertrimmer C_s und die Eingangskapazität C_e der Röhre an der Kompensationsbrücke beteiligt.

Wenn man berücksichtigt, daß die Spulen L_1, L_2 und L_3 für die Zwischenfrequenz Kurzschlüsse darstellen, kann man aus der Schal-

tung Bild 1 die Zf-Brückenschaltung von *Bild 2* zeichnen. Um die Rechnung zu vereinfachen, werden die parallel liegenden Kapazitäten zusammengefaßt, wie in Bild 2 angegeben, so daß sich die Brückenschaltung von *Bild 3* ergibt. Wenn nur die Gitter-Anodenkapazität neutralisiert werden soll, dann ist die Brücke abgeglichen und über C_w fließt kein Strom, so daß diese Kapazität nicht berücksichtigt zu werden braucht und sich die Bedingung

$$\frac{C_y}{C_x} = \frac{C_{ag}}{C_g}, \text{ d. h. } C_x = \frac{C_y C_g}{C_{ag}} \text{ ergibt.}$$

Mit $C_x = C_d + C_n$ und $C_y = C_k + C_a + C_v + C_z$ erhält man

$$C_n = \frac{(C_k + C_a + C_v + C_z)\cdot C_g}{C_{ag}} - C_d.$$

In einer Schaltung mit der ECC 85 sind z. B. $C_k = 15$ pF; $C_a = 2$ pF; $C_v = 6$ pF; $C_z = 5$ pF; $C_g = 100$ pF; $C_{ag} = 2{,}5$ pF. (In C_v und C_{ag} sind die Fassungskapazitäten mit enthalten). Bei Drehkondensatorabstimmung ist der Mittelwert von C_d einschließlich Trimmer und Schaltkapazität etwa $C_d = 20$ pF. Mit diesen Werten erhält man

$$C_n = \frac{28\cdot 100}{2{,}5} - 20 = 1100 \text{ pF}.$$

Entdämpfung des Zf-Filters

In den meisten Fällen soll aber nicht nur C_{ag} neutralisiert werden, sondern darüber hinaus durch eine passend dosierte Rückkopplung die Dämpfung des Zf-Filters durch den inneren Widerstand verringert werden. Nun tritt eine Zf-Spannung zwischen Gitter und Erde auf, da die Brücke nicht mehr abgeglichen ist, so daß C_w in die Rechnung einbezogen werden muß. Um dies zu ermöglichen, wird das Dreieck C_y, C_{ag}, C_w der Schaltung Bild 3 in einen Stern, C_1, C_2, C_3 umgewandelt, so daß sich die Schaltung *Bild 4* ergibt. Für diese Umwandlung gelten

$$C_1 = C_y + C_{ag} + \frac{C_y \cdot C_{ag}}{C_w}$$

$$C_2 = C_y + C_w + \frac{C_y \cdot C_w}{C_{ag}}$$

$$C_3 = C_w + C_{ag} + \frac{C_w \cdot C_{ag}}{C_y}$$

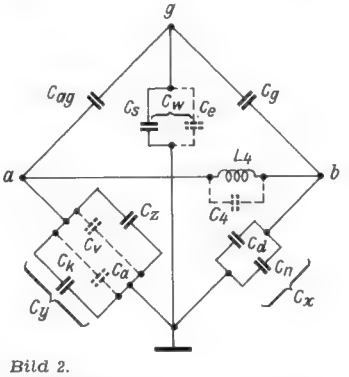


Bild 2.
Zf-Brücke der Schaltung nach Bild 1

Nun muß das für den Grad der Entdämpfung maßgebende Verhältnis der Zf-Spannungen $t = \frac{U_a}{U_g}$ errechnet werden. Wenn U die Spannung am Primärkreis des Zf-Bandfilters ist, sind, wie aus Bild 4 hervorgeht, $U_a = U - U_3$ und $U_g = U_2 - U_3$. Außerdem sind

$$U_1 = U \cdot \frac{C_1}{C_1 + \frac{C_2 C_x}{C_2 + C_x} + \frac{C_3 C_g}{C_3 + C_g}}$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{C_3}{C_3 + C_g} \; ; \; U_3 = U_1 \cdot \frac{C_2}{C_2 + C_x}$$

Hieraus ergeben sich

$$U_a = U - U_3 = U \left[1 - \frac{C_1 C_2}{(C_2 + C_x)\left(C_1 + \frac{C_2 C_x}{C_2 + C_x} + \frac{C_3 C_g}{C_3 + C_g}\right)}\right]$$

$$U_g = U_2 - U_3 = U \cdot \frac{C_1}{C_1 + \frac{C_2 C_x}{C_2 + C_x} + \frac{C_3 C_g}{C_3 + C_g}} \left(\frac{C_3}{C_3 + C_g} - \frac{C_2}{C_2 + C_x}\right)$$

Das Verhältnis $t = \frac{U_a}{U_g}$ wird

$$t = \frac{C_1 + \frac{C_2 C_x}{C_2 + C_x} + \frac{C_3 C_g}{C_3 + C_g}}{C_1 \left(\frac{C_3}{C_3 + C_g} - \frac{C_2}{C_2 + C_x}\right)} - \frac{C_2}{(C_2 + C_x)\left(\frac{C_3}{C_3 + C_g} - \frac{C_2}{C_2 + C_x}\right)}$$

Durch einige Umformungen erhält man

$$t = \frac{C_x\left[(C_1 + C_2)(C_3 + C_g) + C_3 C_g\right] + C_2 C_3 C_g}{C_x C_1 C_3 - C_1 C_2 C_g}$$

Für die Dimensionierung der Schaltung geht man von einem vorgegebenen, durch die Brückenschaltung einzustellenden, wirksamen inneren Widerstand aus und wünscht die hierzu erforderliche Größe von C_x zu errechnen. Wir lösen deshalb die Gleichung nach C_x auf und erhalten

$$C_x = \frac{-tC_g C_1 C_2 - C_g C_2 C_3}{C_g (C_1 + C_2 + C_3) + C_2 C_3 + C_1 C_3 (1 - t)}.$$

Diesen Ausdruck formen wir weiter um in

$$C_x = \frac{-tC_g \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3} - C_g \cdot \frac{C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3}}{C_g + \frac{C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} + (1 - t)\frac{C_1 C_3}{C_1 + C_2 + C_3}}$$

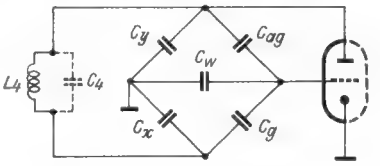


Bild 3.
Vereinfachte Darstellung der Zf-Brücke nach Bild 2

Aus den weiter vorn angegebenen drei Gleichungen für die Stern-Dreieckumwandlung errechnen wir

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3} = C_y \quad \frac{C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} = C_w \quad \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} = C_{ag}$$

Damit ergibt sich für die gesuchte Kapazität

$$C_x = \frac{-tC_g C_y - C_g C_w}{C_g + C_w + C_{ag}(1 - t)}$$

Berechnung der Gitter- und Anodenwechselspannungen

Nun muß noch die für einen bestimmten Entdämpfungsgrad notwendige Größe von t ermittelt werden. Hierzu betrachten wir zunächst den Zusammenhang zwischen Anodenwechselstrom und Gitterwechselspannung der Mischröhre.

$$I_{a\,Zf} = S_c\, U_{g\,Hf} + S_m \left(U_{g\,Zf} + \frac{U_{a\,Zf}}{\mu}\right)$$

Hierin sind S_c = Mischsteilheit
S_m = mittlere Geradeaussteilheit im schwingenden Zustand.

Die am Gitter wirksame Zf-Spannung ist gegeben durch $t = \frac{U_a}{U_g}$;

$$U_{g\,Zf} = \frac{U_{a\,Zf}}{t} \qquad I_{a\,Zf} = S_c U_{g\,Hf} + S_m U_{a\,Zf}\left(\frac{1}{t} + \frac{1}{\mu}\right)$$

Die zwischenfrequente Ausgangsdämpfung der Röhre erhält man durch die Bildung des Differentialquotienten $\frac{dI_{a\,Zf}}{dU_{a\,Zf}} = G_{iw}$

$$G_{iw} = S_m\left(\frac{1}{t} + \frac{1}{\mu}\right)$$

Wir setzen $S_m = \frac{\mu}{R_i}$ ein und bekommen $G_{iw} = \frac{\mu}{tR_i} + \frac{1}{R_i} = \frac{\mu + 1}{tR_i}$

Der wirksame innere Widerstand ist

$$R_{iw} = \frac{1}{G_{iw}} = \frac{tR_i}{\mu + t} = \frac{R_i}{1 + \frac{\mu}{t}}$$

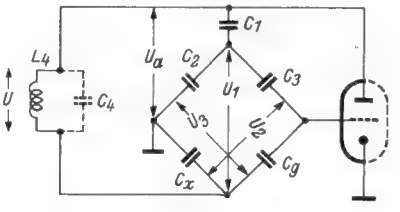


Bild 4.
Das obere Dreieck der Brücke nach Bild 3 ist in einen Stern umgewandelt

Da R_{iw} gegeben und t gesucht ist, schreiben wir $t = \frac{\mu}{\frac{R_i}{R_{iw}} - 1}$

Wenn nur die Wirkung von C_{ag} neutralisiert werden soll, ist $R_{iw} = R_i$ und wir erhalten $t = \infty$. Dies geht auch aus der Definition $t = \frac{U_a}{U_g}$ hervor, denn bei korrekter Neutralisierung ist $U_g = 0$. Mit $t = \infty$ geht die Formel für C_x, wie zu erwarten, in die Bedingung $C_x = \frac{C_g C_y}{C_{ag}}$ für die abgeglichene Brücke über. Wenn die Röhre das Band-

filter überhaupt nicht bedämpfen soll, ist $R_{iw} = \infty$ und damit $t = -\mu$. Die über die Brücke an das Gitter geführte Zf-Spannung kompensiert dann gerade die Wirkung des Durchgriffs $D = \frac{1}{\mu}$. Das negative Vorzeichen kommt daher, daß die Anodenwechselspannung in Gegenphase zur Gitterwechselspannung liegt, so daß für eine Entdämpfung, also eine Mitkopplung, an das Gitter eine zur Anodenspannung gegenphasige Spannung geführt werden muß.

Im allgemeinen geht man mit der Entdämpfung nicht bis zu $R_{iw} = \infty$, denn dann sind die Verstärkungsschwankungen auf Grund von Streuungen der Einzelteile und Röhren relativ groß, falls man nicht die kritischen Schaltelemente besonders eng toleriert. Mit $R_{iw} = 5\ R_i$ bis $7\ R_i$ ist einerseits die Bedämpfung schon ausreichend klein und andererseits erreichen die Verstärkungsschwankungen noch keine störende Größe. Das Verhältnis $\frac{U_a}{U_g} = t$ liegt dann zwischen $t = -1{,}25\ \mu$ und $t = -1{,}17\ \mu$.

Berechnungsbeispiel für den Neutralisierungskondensator

Als Beispiel für die Berechnung der Kapazität C_x bzw. C_n soll nun eine Schaltung mit einem Triodenteil einer ECC 85 gemäß Bild 1 benutzt werden.

Es sind $C_{ag} = 1{,}5$ pF (Röhre) + ca. 1 pF (Fassung) $\approx 2{,}5$ pF
$C_k = 15$ pF
$C_g = 100$ pF
$C_z = 5$ pF
$C_a = 2$ pF (Röhre mit Abschirmung)
$C_v = 6$ pF
$C_e = 3$ pF (Röhre kalt) + ca. 1 pF (Raumladungskapazität) + ca. 6 pF (Verdrahtung und Fassung) ≈ 10 pF
$C_s = 10$ pF

Mit diesen Werten erhält man $C_y = C_k + C_a + C_v + C_z = 28$ pF
$C_w = C_s + C_e = 20$ pF

Die normalen Betriebsdaten eines Systems der ECC 85 als selbstschwingende Mischröhre sind:

U_b	= 250 V	S_c	= 2,3 mA/V (Mischsteilheit)
R_{av}	= 12 kΩ	S_m	= 2,7 mA/V (mittlere Geradeaussteilheit der schwingenden Röhre)
R_g	= 1 MΩ		
U_{osz}	= 3 V_{eff}		
I_a	= 5,2 mA	R_i	= 22 kΩ
		μ	= 60 ($\mu = S_m \cdot R_i$)

Da in der Schaltung *Bild 1* auch der Anodenstrom der Vorröhre mit etwa 10 mA über den Vorwiderstand R_{av} fließt, muß dieser von 12 kΩ auf $\frac{12 \cdot 5{,}2}{15{,}2} = 4$ kΩ verringert werden, damit der Arbeitspunkt der Mischröhre derselbe bleibt. Für die Vorröhre ist dann bei $U_a = 190$ V eine Gittervorspannung von etwa −1,4 V erforderlich.

Wenn auf $R_{iw} = 6\ R_i$ entdämpft werden soll, ist $t = -1{,}2\ \mu = -72$. Nun kann die Kapazität C_x errechnet werden.

$$C_x = \frac{-tC_g\,C_y - C_gC_w}{C_g + C_w + C_{ag}\,(1-t)} = \frac{72 \cdot 100 \cdot 28 - 100 \cdot 20}{100 + 20 + 2{,}5 \cdot 73} = 660\ \text{pF}$$

Die Kapazität des Drehkondensators einschließlich Trimmer liegt bei $C_d = 20$ pF. $C_n = C_x - C_d = 640$ pF. Oft wird die Leitung zwischen den Fußpunkten der Spulen L_1 und L_4 abgeschirmt, so daß die Kapazität des Abschirmkabels noch von dem errechneten Wert von 640 pF abgezogen werden muß, wodurch ein Kondensator von etwa 630 pF notwendig wird.

Um den Einfluß der Streuung der kritischen Kapazitäten zu untersuchen, lösen wir die Gleichung für C_x nach t auf und erhalten

$$t = \frac{C_x\,(C_g + C_w + C_{ag}) + C_g\,C_w}{C_x\,C_{ag} - C_g\,C_y}$$

In C_x ist die Kapazität des Drehkondensators C_d enthalten. Für den Abstimmbereich von 86 bis 100 MHz ist seine Variation etwa 10 pF, also ± 5 pF vom Mittelwert aus. Das ist knapp 1 % von C_x und ergibt die Grenzen $t_{min} = -70{,}7$ und $t_{max} = -73{,}3$. Die Ausgangsdämpfung der Röhre schwankt damit zwischen $R_{iw} = 5{,}5\ R_i$ und $R_{iw} = 6{,}6\ R_i$. Dies ist belanglos, denn es bedeutet mit einem Zf-Filter, das eine Transimpendanz von 20 kΩ besitzt, eine Verstärkungsschwankung um etwa ± 1 %.

Einfluss der Kapazitätsstreuungen

Die Gleichung für t zeigt, daß der kleinste Wert erreicht wird, wenn die Kapazitäten C_{ag}, C_x und C_w nach unten und die Kapazitäten C_y und C_g nach oben streuen. Bei umgekehrter Richtung der Streuungen erreicht t den Höchstwert. Setzt man für alle Kapazitäten eine Streuung von ± 5 % ein, so erhält man $t_{min} = -55{,}5$ und $t_{max} = -118{,}5$. Hieraus ergeben sich die Grenzwerte $R_{iw\,min} = 44{,}5$ kΩ und $R_{iw\,max} = -275$ kΩ. In dem einen Extremfall wird zwar R_{iw} schon negativ, aber der Betrag ist immer noch mehr als 10mal größer als der Eingangswiderstand des Zf-Filters, so daß Unstabilität nicht zu befürchten ist. Mit einem Bandfilter, das eine Transimpedanz von $Z_t = 20$ kΩ besitzt, liegt die Verstärkungsstreuung, wenn man auch die durch die Güteänderung verursachte Änderung der relativen Kopplung und die durch die Kapazitätsstreuungen verursachten Streuungen des Anzapfungsverhältnisses berücksichtigt, zwischen −20 % und +25 %. Die Kapazitäten, die den größten Einfluß auf die Streuungen haben, sind C_x und C_g. Wenn man sie statt mit ± 5 % mit ± 2 % oder ± 1 % toleriert, kann der Streubereich der Verstärkung noch wesentlich eingeengt werden. Er ist dann praktisch nur noch von der C_{ag}-Streuung abhängig und beträgt, wenn diese mit ± 5 % eingesetzt wird, etwa ± 5 %.

Berechnung der Mischverstärkung

Zur Berechnung der Mischverstärkung legen wir ein durchschnittliches Bandfilter mit der Kreisgüte $Q_o = 100$ zugrunde. Die Erdung des Primärkreises erfolgt nicht unmittelbar am kalten Ende von L_4, sondern über die Kapazität C_x (siehe Bild 3), so daß die Röhre über eine Anzapfung mit dem Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = \frac{C_x}{C_x + C_y}$ an den Primärkreis angeschlossen ist. Das Filter wird primär durch die Mischröhre mit $R_d = R_{iw}/\ddot{u}^2 = 6\ R_i/\ddot{u}^2$ bedämpft und sekundär mit dem Eingangswiderstand der ersten Zf-Röhre (meist der Heptodenteil der ECH 81), der bei 10,7 MHz etwa $R_d = 130$ kΩ beträgt. Durch die Bedämpfung werden die ursprünglichen Impedanzen Z_o und Güten Q_o auf die Werte Z und Q reduziert. Die Transimpedanz ist bei kritischer Kopplung $Z_t = \frac{1}{2}\sqrt{Z_p \cdot Z_s}$. Mit der Anzapfung werden die wirksame Transimpendanz $Z_{tw} = \ddot{u} \cdot Z_t$ und die Mischverstärkung $g_c = S_c \cdot Z_{tw}$. In der folgenden Tabelle sind die Zahlenwerte zusammengestellt:

		Primär	Sekundär	
Abstimmkapazität	C	$\frac{C_y \cdot C_x}{C_y + C_x} + C_4 = 30$	25	pF
Induktivität	L	7,4	8,8	µH
Kreisgüte	Q_o	100	100	
Kreisimpedanz	Z_o	50	60	kΩ
Anzapfung	ü	$\frac{C_x}{C_x + C_y} = 0{,}96$		
Röhrendämpfung	R_d	$R_{iw}/\ddot{u}^2 = 143$	130	kΩ
wirksame Impedanz	Z	37	41	kΩ
wirksame Güte	Q	74	68	
relative Kopplung	kQ	1		
Transimpedanz	Z_t	19,5		kΩ
wirksame Transimpedanz	Z_{tw}	$\ddot{u}Z_t = 18{,}7$		kΩ
Mischsteilheit	S_c	2,3		mA/V
Mischverstärkung	g_c	43		

Gegenüber der auf diese Weise erzielten 43fachen Mischverstärkung wäre ohne die Kompensationsschaltung mit demselben, auf kQ = 1 eingestellten Bandfilter nur eine etwa 23fache Verstärkung zu erreichen.

Da in der Kompensationsschaltung die für Niederfrequenz wirksame Kapazität des Anodenkreises (im wesentlichen gegeben durch C_x) relativ klein ist, ist die Zeitkonstante des Anodenkreises ebenfalls klein, so daß man eine Gegenkopplung für Niederfrequenz erhält, die der Neigung zum Überschwingen entgegen wirkt. Man kann deshalb ohne Gefahr einen großen Gitterableitwiderstand (z. B. 500 bis 1000 kΩ) benutzen und auf diese Weise das Rauschen der Mischstufe reduzieren. Auch der Gitterkondensator C_g kann ziemlich groß (z. B. 100 pF) sein. Hierdurch bekommt C_x eine solche Größe, daß die Kapazität $C_n = C_x - C_d$ an den Fußpunkt der Spule L_1 geschaltet und für C_d ein einseitig geerdeter Drehkondensator benutzt werden kann, ohne den Gleichlauf zu gefährden. Wäre dagegen z. B. $C_g = 20$ pF, so würde man $C_x = 180$ pF, d. h. $C_n = 160$ pF erhalten. Dies hätte in der Schaltung Bild 1 einen schlechteren Gleichlauf und größere Verstärkungsstreuungen durch die Variation von C_d zur Folge. Man müßte deshalb einen Drehkondensator mit isoliertem Rotor benutzen und diesen mit dem Punkt b verbinden.

Mischstufe mit induktiver Abstimmung

Wenn die UKW-Abstimmung nicht durch einen Drehkondensator, sondern durch veränderbare Induktivitäten vorgenommen wird, ist eine Abänderung der Schaltung Bild 1 zweckmäßig, so daß man die Schaltung *Bild 5* erhält. Eine Symmetrierung des Oszillators durch eine Anzapfung an der Spule L_2, wie in Bild 1, würde durch das Verschieben des Spulenkerns sehr verschlechtert werden, so daß es bei induktiver Abstimmung besser ist, die Symmetrierung wie in Bild 5 durch die Kapazitäten C_s vorzunehmen. Hier kann der Oszillatorabstimmkreis, der am Gitter liegt, an beiden Enden Hochfrequenzspannung führen, denn die durch einen Drehkondensator bedingte Notwendigkeit der einseitigen Erdung entfällt bei Induktivitätsabstimmung. Der Kondensator C_g, der mit C_s und C_e die Oszillatorbrücke bildet, ist über C_n geerdet. Auf diese Weise wird die Zwischenfrequenzspannung in richtiger Größe und Phase an das Gitter zurückgeführt. *Bild 6* zeigt die Zf-Brücke der Schaltung Bild 5. Die Bezeichnungen sind so gewählt, daß die Gleichung für die Berechnung von C_n dieselbe bleibt. Da der Kondensator $C_f \gg C_s$ ist, braucht er nicht berücksichtigt zu werden.

In der praktischen Schaltung treten etwa die folgenden Kapazitäten auf:

C_{ag} = 1,5 + 1 = 2,5 pF (wie in Schaltung Bild 1)
C_y = $C_k + C_a + C_v + C_z$ = 28 pF (wie in Schaltung Bild 1)
C_e = 10 pF (wie in Schaltung Bild 1)
C_g = C_e = 10 pF
C_s = 8 pF
C_w = $C_e + 2\,C_s$ = 26 pF

Wenn wieder auf $R_{iw} = 6\,R_i$ entdämpft werden soll, errechnet man mit t = — 72 die Kapazität

$$C_n = C_x = \frac{-tC_g\,C_y - C_g\,C_w}{C_g + Cw + C_{ag}\,(1\text{-}t)} = \frac{72 \cdot 10 \cdot 28 - 10 \cdot 26}{10 + 26 + 2{,}5 \cdot 73} = 91\ \text{pF}$$

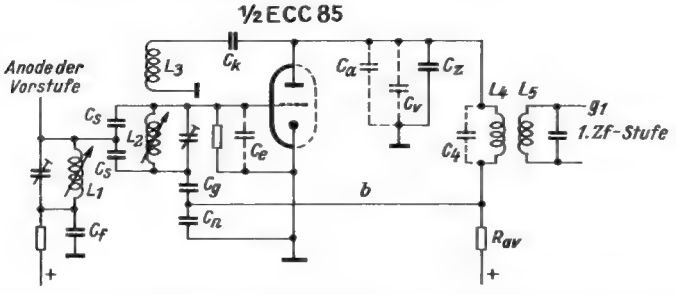


Bild 5. UKW-Mischschaltung mit einer Triode der ECC 85, kapazitiver Symmetrierung, Induktivitätsabstimmung und Kompensation des inneren Widerstandes

Die Mischverstärkung wird unter Zugrundelegung eines Bandfilters mit $Q_0 = 100$ berechnet. Da C_x kleiner ist als in der Schaltung Bild 1, ergibt sich ein etwas größerer Resonanzwiderstand Z_0 des Primärkreises. Andererseits ist aber wegen des kleineren C_x auch ü kleiner, so daß die Mischverstärkung etwas kleiner wird. Die Zahlenwerte zeigt die folgende Tabelle:

		Primär	Sekundär	
Abstimmkapazität	C	$\frac{C_y \cdot C_x}{C_y + C_x} + C_4 = 24{,}4$	25	pF
Induktivität	L	9,1	8,8	µH
Kreisgüte	Q_0	100	100	
Kreisimpedanz	Z_0	61	60	kΩ
Anzapfung	ü	$\frac{C_x}{C_x + C_y} = 0{,}765$		
Röhrendämpfung	R_d	$R_{iw}/ü^2 = 225$	130	kΩ
wirksame Impedanz	Z	48	41	kΩ
wirksame Güte	Q	79	68	
relative Kopplung	kQ	1		
Transimpedanz	Z_t	22		kΩ
wirksame Transimpedanz	Z_{tw}	$ü \cdot Z_t = 17$		kΩ
Mischsteilheit	S_c	2,3		mA/V
Mischverstärkung	g_c	39		

Verhältnisse bei zwei Einzeltrioden EC 92

In Geräten, in denen in der UKW-Vor- und Mischstufe je eine Röhre EC 92 benutzt wird, sind u. a. Schaltungen üblich, die wie die in *Bild 8* gezeigte oder ähnlich aufgebaut sind. Die Katode der Mischröhre liegt an einer Anzapfung des Oszillatorkreises, das Gitter über einen π-Kreis an der Anode der Vorstufe, wobei die Gleichstromtrennung durch die Drossel D und den Kondensator C_{go} vorgenommen wird. Die Zf-Brücke dieser Schaltung ist in *Bild 7* dargestellt. Da die Drossel D und der Kondensator C_{go} in demselben Brückenzweig liegen und die an D und C_{go} auftretenden Spannungen in Gegenphase sind, wirkt die Drossel wie eine Vergrößerung von C_{go}. In die Formel zur Berechnung von C_x muß nun nicht die Kapazität C_{go}, sondern die scheinbar vergrößerte Kapazität C_g eingesetzt werden. Der Zusammenhang zwischen C_g, C_{go} und D ist durch

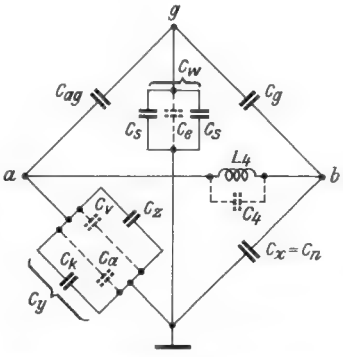


Bild 6. Zf-Brücke der Schaltung nach Bild 5

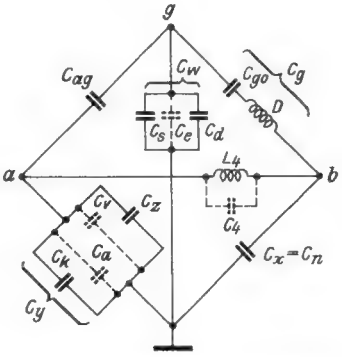


Bild 7. Zf-Brücke der Schaltung nach Bild 8

$$C_g = \frac{C_{go}}{1 - 4\,\pi^2 f^2 C_{go} D}$$

gegeben. Setzt man die Kapazitäten in pF und die Induktivität D in µH ein, so erhält man für f = 10,7 MHz den Ausdruck

$$C_g = \frac{C_{go}}{1 - 0{,}00452\,C_{go}\,D}.$$

Im allgemeinen bemißt man die Induktivität von Drosseln etwa 10mal so groß wie die Induktivität des parallel liegenden Schwingungskreises, so daß in diesem Fall D = 1,5 µH ein passender Wert ist. Aus C_{go} = 100 pF wird dann die scheinbar vergrößerte Kapazität

$$C_g = \frac{100}{1 - 0{,}00452 \cdot 100 \cdot 1{,}5} = 310\ \text{pF}$$ errechnet.

Die übrigen Kapazitäten der Brücke sind:

C_{ag} = 1,5 pF (Röhre) + 1 pF (Fassung und Verdrahtung) = 2,5 pF
C_y = $C_k + C_a + C_v + C_z$ = 28 pF
C_w = $C_s + C_e + C_d$ = 40 + 10 + 20 = 70 pF

Normale Betriebsdaten der EC 92 als selbstschwingende Mischröhre sind:

U_b = 250 V
R_{av} = 10 kΩ (bei gleichzeitiger Vorröhrenspeisung mit I_a = 9 mA ist R_{av} = 4 kΩ)

R_g	= 1 MΩ	S_c	= 1,9 mA/V
U_{osz}	= 2,5 V_{eff}	S_m	= 2,7 mA/V
I_a	= 5 mA	R_i	= 21,5 kΩ
		µ	= 58

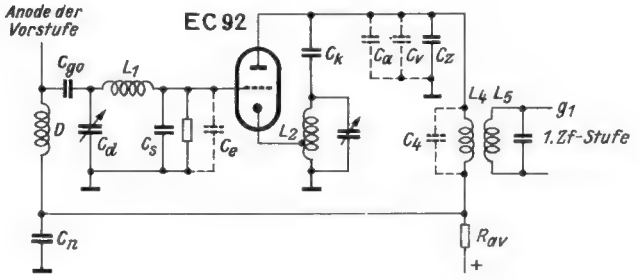


Bild 8. UKW-Mischschaltung mit einer EC 92, Katodenrückkopplung, Kapazitätsabstimmung und Kompensation des inneren Widerstandes

Zur Entdämpfung auf $R_{iw} = 6\,R_i$ muß t = — 1,2 µ = — 69,6 sein. Die Berechnung von C_n ergibt damit

$$C_n = C_x = \frac{69{,}6 \cdot 310 \cdot 28\text{-}310 \cdot 70}{310 + 70 + 2{,}5 \cdot 70{,}6} = 1050\ \text{pF}$$

Die Mischverstärkung wird wie in den vorangegangenen Beispielen berechnet:

		Primär	Sekundär	
Abstimmkapazität	C	$\frac{C_y \cdot C_x}{C_y + C_x} + C_4 = 30$	25	pF
Induktivität	L	7,4	8,8	µH
Kreisgüte	Q_o	100	100	
Kreisimpedanz	Z_o	50	60	kΩ
Anzapfung	ü	$\frac{C_x}{C_x + C_y} = 0{,}974$		
Röhrendämpfung	R_d	$R_{iw}/ü^2 = 136$	130	kΩ
wirksame Impedanz	Z	36,5	41	kΩ
wirksame Güte	Q	73	68	
relative Kopplung	kQ	1		
Transimpedanz	Z_t	19,3		kΩ
wirksame Transimpedanz	Z_{tw}	$ü \cdot Z_t = 18{,}8$		kΩ
Mischsteilheit	S_c	1,9		mA/V
Mischverstärkung	g_c	36		

In den Schaltungen Bild 1 und Bild 8 wurde gemeinsame Gleichstromspeisung von Vor- und Mischröhre angewandt. Sollen die Röhren getrennt gespeist werden, was dann empfehlenswert ist, wenn die Vorröhre geregelt wird, so schaltet man einen Trennkondensator von einigen 1000 pF zwischen den Fußpunkt der Spule L_4 und den Kondensator C_n. An den Fußpunkt der Spule L_1 bzw. der Drossel D wird dann der Anodensiebwiderstand der Vorröhre angeschlossen.

Zusammenfassung

Die in Bild 1, 5 und 8 dargestellten Mischschaltungen können naturgemäß nur einige typische Beispiele aus der Vielfalt der Möglichkeiten sein. Die richtige Dimensionierung der Schaltung ist aber immer dadurch möglich, daß man zunächst den gewünschten Grad der Entdämpfung durch Festlegung von R_{iw} bestimmt, dann das Spannungsverhältnis t aus $t = \frac{\mu}{\frac{R_i}{R_{iw}} - 1}$ errechnet und dieses in die Gleichung

$$C_x = \frac{-tC_g C_y - C_g C_w}{C_g + C_w + C_{ag}(1-t)}$$

einsetzt. Das Zeichnen der Zf-Brücke aus der benutzten Schaltung ist dabei zweckmäßig, um sicherzustellen, daß die verschiedenen Schaltungsgrößen an die richtigen Stellen der Gleichung für C_x eingesetzt werden.

Bei richtig dimensionierter Entdämpfung ist mit der ECC 85 eine etwa 40fache Mischverstärkung zu erwarten.

Neue Tauchspulen-Richtmikrofone

Von Dr. R. Görike

DK 621.395.612.451

Richtungsempfindliche Mikrofone sind für die gesamte Schallaufnahmetechnik, besonders im Funk- und Fernsehstudio, von größter Bedeutung. Hier wird ein Einblick in die beim Bau solcher Mikrofone auftretenden Probleme gegeben. Die im Laboratorium der Fa. Akustische und Kino-Geräte GmbH durchgeführten Untersuchungen führten zur Entwicklung eines Tauchspulenmikrofons mit einseitiger Richtwirkung und einer aus zwei Einzelmikrofonen bestehenden Kombination, mit der sich durch elektrische Fernsteuerung nach Wahl Kugel-, Achter- oder nach vorn oder hinten gerichtete Nierencharakteristiken erzielen lassen.

Beim Bau dynamischer Richtmikrofone stößt man auf das Problem, das schwingende System massegehemmt auszuführen. Wohl sind Versuche unternommen worden, durch röhrenförmige Anordnungen in Verbindung mit akustischen Filtern den Druckgradienten als antreibende Kraft zu vergrößern und gleichzeitig die Richtwirkung zu erhöhen. Doch zeigt sich, daß die Übersichtlichkeit der akustischen Vorgänge im Mikrofon darunter leidet, so daß es schwierig ist, in einem Bereich von acht Oktaven die Richtcharakteristik frequenzunabhängig zu gestalten.

Das Kondensatorprinzip ermöglicht im Gegensatz hierzu die strenge Einhaltung der akustischen und schwingungsmechanischen Bedingungen. Sowohl der Druckempfänger, als auch die kombinierten Systeme mit einseitiger Richtwirkung sind zu beachtlicher Höhe entwickelt und für hohe Ansprüche allgemein eingeführt worden.

Auch beim dynamischen Prinzip haben die Systeme, deren Aufbau eine klare Deutung der Vorgänge bei der Schallumwandlung zuläßt, sich gut bewährt. Das Bändchenmikrofon konnte sich trotz der mechanischen Empfindlichkeit gegenüber Wind und Stoß besonders in den USA behaupten. Das Tauchspulensystem ist als Druckempfänger in zwei Ausführungsarten auf der ganzen Welt eingeführt worden. Nach dem Arbeitsprinzip der „Western Electric" aufgebaute Mikrofone *(Bild 1)* haben einen Frequenzbereich, der auch hohen Ansprüchen genügt [1]).

Das andere Prinzip, dessen Erkenntnis auf das Jahr 1940 zurückgeht und das bereits die Ansätze für die Entwicklung der neuen Tauchspulen-Richtmikrofone enthält, ist in *Bild 2* dargestellt [2]). Man erkennt, daß der Unterschied der beiden Prinzipien in der Anordnung des Helmholtzresonators liegt. Nach Bild 1 ist der Hohlraum D 2 des Resonators mit der Rückseite der Membran über den Reibungswiderstand R gekoppelt. Dagegen steht der Hals des Resonators gemäß Bild 2 mit der Rückseite der Membran in Verbindung so daß seine Masse M 1 mit der Membranmasse infolge der niederen Luftkammer D 1 fest gekoppelt ist. Beide Anordnungen ergeben praktisch gleich gute Resultate und haben sich sehr bewährt.

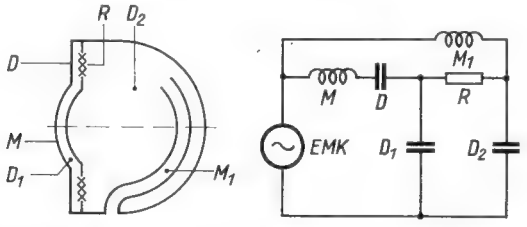


Bild 1. Schematischer Aufbau des Western-Tauchspulenmikrofons mit aequivalentem elektrischen Ersatzschaltbild. Die Membran M mit der Randsteifigkeit D ist einerseits dem Schallfeld direkt ausgesetzt und andererseits durch die niedrige Luftkammer D_1 und den akustischen Reibungswiderstand R mit dem Hohlraum D_2 gekoppelt. Die akustische Masse M_1 in der Röhre bildet mit dem Hohlraum D_2 einen Helmholtzresonator, der auf etwa 50 Hz abgestimmt ist. Die bei Resonanz entstehenden erhöhten Druckschwankungen in D_2 sind in der Phase so verschoben, daß eine zusätzliche antreibende Kraft an der Rückseite der Membran entsteht

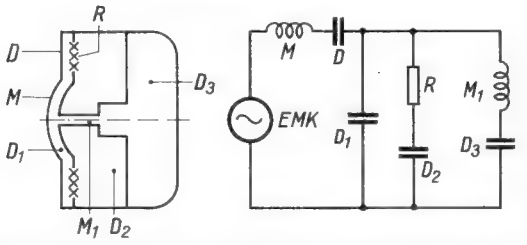


Bild 2. Bei dieser Anordnung eines Tauchspulenmikrofons ist die Masse der Membran M mit der akustischen Masse M_1 in dem Rohr durch die niedrige Luftkammer mit hoher Steifigkeit D_1 gekoppelt. Beide Massen ergeben mit der Steifigkeit der Luftkammer D_3 Resonanz bei etwa 50 Hz. Dadurch wird die Geradlinigkeit der Frequenzkurve bis 30 Hz erzielt

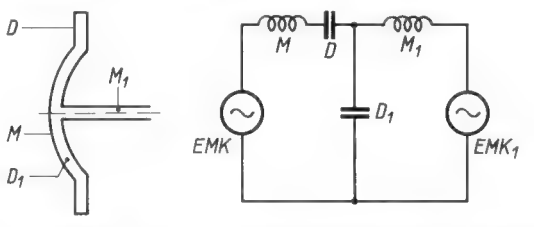


Bild 3. Das Prinzip der Geschwindigkeitstransformation. Die Membranmasse M ist mittels der Luftkammer D_1 mit der akustischen Masse in dem Rohr M_1 gekoppelt. Die Eigenschwingung der Membran M, die infolge der relativ festen Randeinspannung D im Hörbereich liegt, wird durch die zusätzliche Masse M_1 an die untere Grenze des Übertragungsbereiches verlegt

[1]) Wente und Thuras, Jour. Acous. Soc. Amer., Vol 3, No. 1, S. 44, 1931.

[2]) Alien Property Custodian, Serial No. 409 712, published May 18, 1943. Application filed September 5, 1941 (Görike).

Wenn man die hier interessierenden akustischen Elemente herauszeichnet, gelangt man zur Anordnung *Bild 3*. Die Membran samt Tauchspule mit der Masse M und der Rückstellkraft D des elastischen Randes hat eine Resonanzfrequenz, die wesentlich höher liegt als die untere Grenzfrequenz des Übertragungsbereiches. Sie kommt jedoch nicht zur Wirkung, da sich an der Rückseite der Membran die niedrige Luftkammer D_1 anschließt, in welche das Rohr mit der Masse M_1 (der Übersichtlichkeit halber ist nur ein Rohr dargestellt) eingesetzt ist. Statt dessen entsteht eine neue Resonanzstelle, und zwar durch die gekoppelten Massen der Membran und des Luftstöpsels in dem Rohr in Verbindung mit der Rückstellkraft des elastischen Membranrandes. Die Masse der Luft in dem engen Rohr, bezogen auf die Membrane, ist:

$$M_1 = \varrho \cdot l \cdot \frac{F^2}{f} \qquad (1)$$

Darin bedeuten:

ϱ = spez. Gewicht der Luft = $1{,}2 \cdot 10^{-3}$ g/cm³
l = Länge der Bohrung (Rohr) in cm
f = Querschnitt der Bohrung (Rohr) in cm²
F = Fläche der Membran in cm²

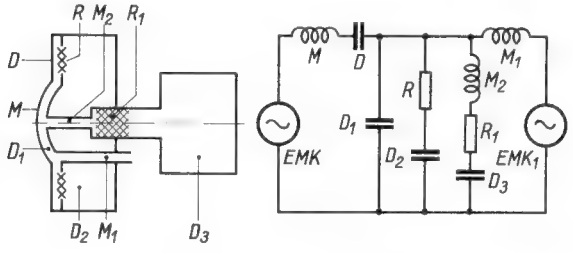


Bild 4. Das neue Tauchspulenmikrofon mit einseitiger Richtungsempfindlichkeit in schematischer Darstellung. Daneben das elektrische Ersatzschaltbild. Man erkennt die Vereinigung der Anordnungen gemäß Bild 2 und 3

Bekanntlich ist zur Erzielung einseitiger Richtwirkung die Überlagerung der kugel- und der achtförmigen Richtcharakteristik Voraussetzung. Die Überlagerung kann bei Verwendung zweier getrennter Mikrofone von verschiedener Richtcharakteristik auf elektrischem Wege erfolgen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, an einer einzigen Membran, die sowohl auf den Schalldruck, als auch auf den Druckgradienten anspricht, die Überlagerung auf akustischem Wege vorzunehmen. In beiden Fällen dient auch der Druckgradient als antreibende Kraft und dieser ist frequenzabhängig. Er steigt mit zunehmender Frequenz linear an und erreicht seinen größten Betrag, wenn die halbe Wellenlänge etwa gleich dem Umweg von der Vorder- zur Rückseite der Membran ist. Somit ist bei tiefen Frequenzen die antreibende Kraft relativ klein.

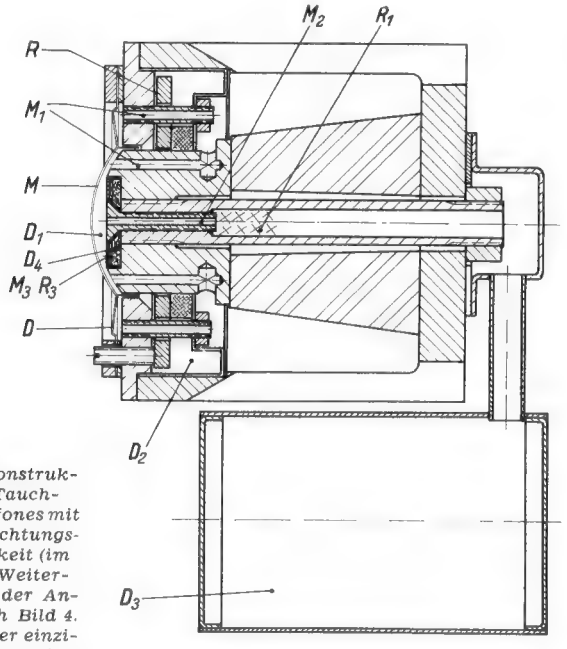


Bild 5. Die Konstruktion eines Tauchspulenmikrofones mit einseitiger Richtungsempfindlichkeit (im Schnitt) als Weiterentwicklung der Anordnung nach Bild 4. An Stelle einer einzigen Bohrung M_1 sind acht Bohrungen vorgesehen. Durch Justierung der akustischen Elemente werden die hohen Anforderungen eines Studiomikrofons erfüllt

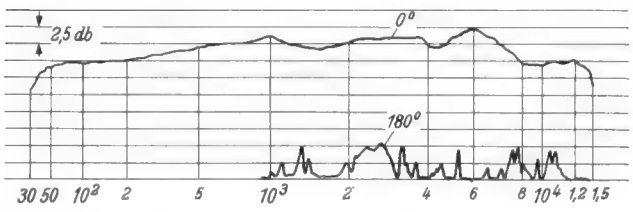


Bild 6. Die Frequenzcharakteristik des Tauchspulenmikrofones nach Bild 5 bei 0 und 180° Schalleinfall. Auffallend ist die gute Auslöschung bei 180° Schalleinfall, die etwa 25 db erreicht

Zum Ausgleich der Frequenzabhängigkeit der antreibenden Kraft ist zur Erzielung konstanter EMK vorwiegend eine Massehemmung vorzusehen. Beim Bändchenmikrofon ist dies gut verwirklicht. Tauchspulensysteme jedoch setzen den Bestrebungen nach Massehemmung große Schwierigkeiten entgegen. Um die Tauchspule exakt im Luftspalt des Magnetsystems zu führen und störende Wind- und Erschütterungsempfindlichkeit des Mikrofons zu vermeiden, ist eine hinreichend feste Randeinspannung der Membran notwendig. In der Praxis hat sich als untere Grenze eine Eigenschwingung der Membran von etwa 180 Hz als möglich und günstig erwiesen. Für die gleichmäßige Wiedergabe im Bereich der tiefen Frequenzen bis 30 Hz herab ist jedoch eine Eigenschwingung mit entsprechender Dämpfung an der unteren Grenze des Übertragungsbereiches notwendig. Eine Verminderung der Rückstellkraft in der Halterung der Membran würde zu störender Erschütterungsempfindlichkeit und Betriebsunsicherheit führen. Eine äußerst wirksame Maßnahme jedoch ist die Anwendung der Geschwindigkeitstransformation dünner Luftsäulen gemäß Bild 3. Diese Möglichkeit, die in Gleichung (1) ihren mathematischen Ausdruck findet, wird ausgenützt, um die Membranresonanz, die infolge der festen Randeinspannung der Membran im Übertragungsbereich liegt, an die untere Grenze zu verschieben.

Durch Verbindung der Konstruktion eines Druckempfängers nach Bild 2 und der Anordnung nach Bild 3 entsteht eine Kombination, die alle wünschenswerten Eigenschaften eines Mikrofons mit einseitiger Richtwirkung hat. *Bild 4* zeigt eine solche Anordnung in schematischer Darstellung. Daneben ist das dazugehörige elektrische Ersatzschaltbild wiedergegeben.

Die Membran M wird auf der Vorderseite direkt und auf der Rückseite durch ein enges Rohr mit der akustischen Masse M_1 von den Schallschwingungen beaufschlagt. Die Anwendung des Überlagerungsprinzips zur Veranschaulichung der Wirkungsweise ermöglicht die Trennung der Druckgradienten und der Druckkomponente und ergibt ein übersichtliches Bild der Zusammenhänge. Das vom Druckgradienten beaufschlagte schwingende System besteht aus den Elementen M D M_1 und ist vorwiegend massegehemmt. Für die Druckkomponente sind drei Resonanzkreise bestimmt, von denen derjenige von M D D_1 am höchsten und der Resonanzkreis M D R D_2 auf eine Frequenz in der Mitte des Übertragungsbereichs abgestimmt ist. Der Kreis M D M_2 R_1 D_3 ist auf eine Resonanzfrequenz nahe der unteren Übertragungsgrenze gelegt.

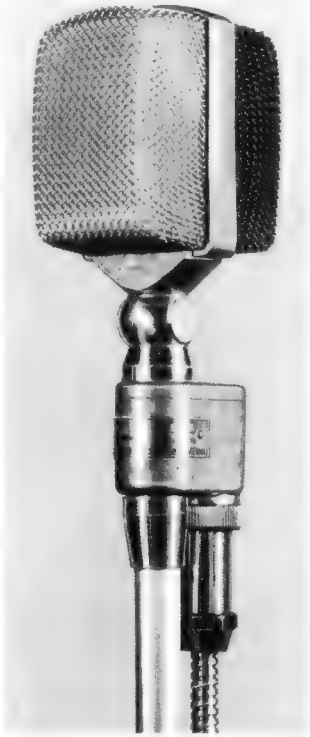


Bild 7. Das neue Tauchspulenmikrofon D 20 mit nierenförmiger Richtcharakteristik

Zur Vermeidung von stehenden Wellen (Pfeifenresonanzen) in dem Rohr M_1 ist die Rohrlänge hinreichend kurz gehalten. Da die tiefste Pfeifenresonanz bei $l = \frac{\lambda}{4}$ auftritt, ergibt sich bei einem Mikrofon, das den wichtigen Hörbereich übertragen soll, eine Länge von etwa

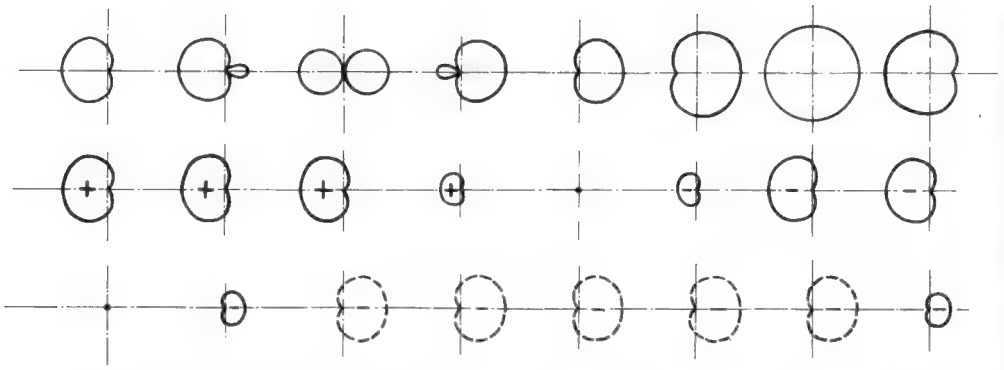


Bild 8. Die Bildung der verschiedenen Richtcharakteristiken durch vektorielle Addition von zwei einander entgegengerichteten nierenförmigen Charakteristiken, deren Amplituden und Phasen veränderlich sind. Obere Reihe: Die resultierenden Charakteristiken. Mittlere Reihe: Die Amplitude und Phase des einen Systems. Untere Reihe: Die Amplitude und Phase des anderen Systems

0,8 cm. In *Bild 5* ist ein Mikrofon dargestellt, das an Stelle eines einzigen Massestöpsels M_1 acht kurze, röhrenförmige Auslässe enthält. Durch Vergrößerung der Anzahl der Auslässe kann bei Beibehaltung ihres Gesamtquerschnittes ein Reibungswiderstand von solcher Größe geschaffen werden, daß die Frequenzkurve horizontal verläuft. Außer den mit Bild 4 übereinstimmenden akustischen Elementen ist ein weiterer Resonanzkreis $M_3 R_3 D_4$ vorgesehen, der zur Glättung der Frequenzkurve dient.

Die Frequenzkurven, die mit einem solchen Mikrofon erzielt wurden, sind in *Bild 6* wiedergegeben, und zwar bezieht sich die eine Kurve auf 0^0, die andere auf 180^0 Schalleinfall. *Bild 7* zeigt das Mikrofon mit Schutzkorb.

Durch die Kombination zweier Mikrofone mit einseitiger Richtwirkung, deren maximale Empfindlichkeit in entgegengesetzter Richtung liegt, können durch anteilmäßige elektrische Regelung der Einzelsysteme alle zwischen Kugel- und Achterform liegende Charakteristiken erzielt werden. *Bild 8* veranschaulicht die Bildung der verschiedenen Formen.

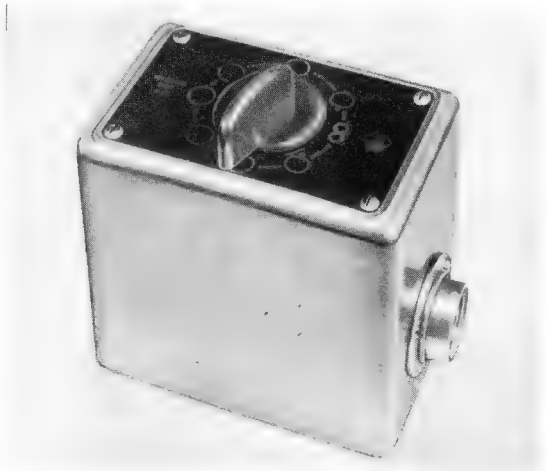


Bild 10. Der Charakteristikregler zum Mikrofon D 36. Damit werden die Amplitude und die Phase der Einzelmikrofone geregelt, so daß die resultierenden Charakteristiken gemäß Bild 8 entstehen

In *Bild 9* ist die Ausführung eines Tauchspulenmikrofons wiedergegeben, das die Änderung der Richtcharakteristik durch Fernsteuerung erlaubt. Mit Hilfe des Charakteristikreglers nach *Bild 10* können die auf der Skala symbolisch dargestellten Formen während der Aufnahme eingestellt werden Es scheint zunächst widersinnig, zwei Systeme, deren Nierencharakteristik aus einer Kugel- und einer Achterkomponente gebildet wird, durch elektrische Zusammenschaltung zur Herstellung einer neuerlichen Kugel- oder Achtercharakteristik zu verwenden, jedoch zeigt sich, daß damit eine ideale Lösung gefunden wurde, die Frequenzcharakteristik und die abgegebene Spannung in den Richtungen größter Empfindlichkeit konstant zu halten. Denn bei Bewegung der Schallquelle um das Mikrofon herum bleibt jeweils die Membrane des von der Schallquelle abgewendeten Systems in Ruhe, während die der Schallquelle zugekehrte die größte Empfindlichkeit hat.

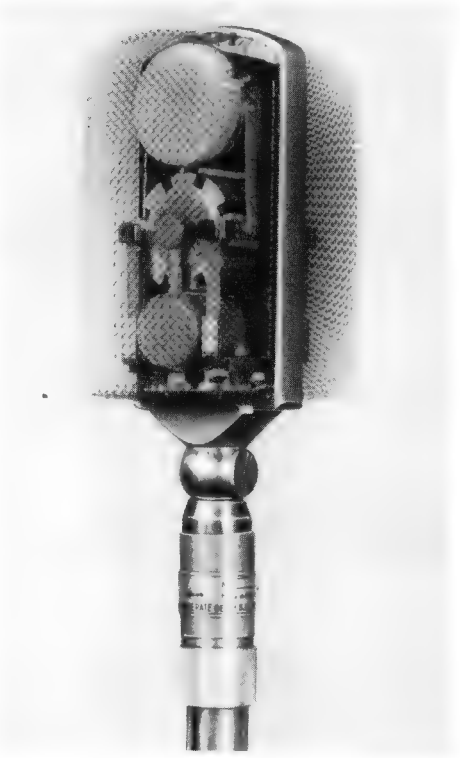


Bild 9. Das Tauchspulenmikrofon D 36 mit fernsteuerbarer Richtcharakteristik. Der Schutzkorb ist durch einen fotografischen Trick durchscheinend dargestellt. Es sind zwei übereinander angeordnete Einzelmikrofone zu erkennen. Darunter der Hohlraum für die Baß-Wiedergabe der Druckkomponente

Mit diesem fernsteuerbaren Mikrofon eröffnen sich der Tonregie neue Möglichkeiten. Einige Rundfunkgesellschaften bedienen sich bereits der neuen Technik mit Erfolg bei Hörspielen. Auch die Auswahl der jeweils besten Empfangscharakteristik durch Hörkontrolle vom Regiepult aus ist äußerst willkommen, besonders dann, wenn das Mikrofon schwer zugängig ist, also z. B. über dem Orchester hängt. Außerdem ergibt sich durch die schnelle Umschaltmöglichkeit ein nicht zu unterschätzender Zeitgewinn.

Röhren-Millivoltmeter für Gleichspannungen

DK 621.317.321.027.21

Elektronische Wechselspannungsmesser, die einen Verstärker, einen Gleichrichter und ein Drehspuleninstrument enthalten, sind hinreichend bekannt. Schaltet man vor ein solches Meßgerät eine Vorrichtung, die Gleichspannung in Wechselspannung umwandelt, so kann man — mit dem Vorteil eines sehr hohen Innenwiderstandes — auch Gleichspannungen messen, ohne die Schwierigkeiten eines Gleichspannungsverstärkers in Kauf zu nehmen.

Das Philips-Millivoltmeter GM 6010 ist nach diesem Prinzip gebaut. Zur Umformung der Gleichspannung dient ein Zerhacker. Die Zerhackerkontakte sind auf schwingenden Blattfedern angeordnet, die durch ein elektrodynamisches System angetrieben werden. Der Wechselstrom für die Antriebsspule wird von einem Oszillator mit der Röhre DAF 41 in einer Hartley-Rückkopplungsschaltung geliefert. Die Frequenz beträgt 70 Hz.

Der Verstärker besteht aus drei Stufen mit den Röhren DAF 41, DAF 41 und DL 41. Das Drehspul-Ausgangsinstrument ist über einen synchron laufenden Zerhackerkontakt angeschlossen. Dies hat den Vorteil, daß das Instrument auch die Polarität der Eingangsspannung angibt. Polt man sie um, so wird die andere Halbwelle des Ausgangsstromes durchgelassen und der Zeiger schlägt nach der anderen Seite aus.

Das Gerät besitzt 12 Meßbereiche mit Vollausschlägen von 1 mV bis 300 V. Der Innenwiderstand liegt bei 1 MΩ in den niedrigen und bei 100 MΩ in den hohen Meßbereichen. Verstärker und Zerhackeroszillator werden aus Trockenbatterien gespeist, so daß das Meßgerät netzunabhängig und erdfrei ist. Man kann deshalb damit auch Spannungen messen, die ein beliebiges Potential gegenüber Erde führen.

(Nach Philips' Technische Rundschau, August 1954, Seite 54)

Nf-Breitband-Röhrenvoltmeter

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

Zugleich als Nf-Breitbandverstärker und Signalverfolger verwendbar

Meßbereich: 10 mV bis 300 V in 10 Bereichen, kleinste gut meßbare Spannung 1 mV.
Frequenzbereich: 30 Hz bis 100 kHz.
Eingangswiderstand in allen Bereichen: 1 MΩ.
Eingangskapazität: ohne Kabel 17 pF, mit Kabel etwa 50 pF.
Nf-Ausgangsspannung an Schaltbuchse abnehmbar für Verwendung des Gerätes als Nf-Breitbandverstärker (Verstärkung ca. 1000fach) oder Nf-Signalverfolger mit Eingangsabschwächer oder in Verbindung mit einem Kristalldioden-Tastkopf als Hf-Signalverfolger.

Universal-Röhrenvoltmeter für die Messung von Gleich- und Wechselspannungen und Widerständen zeichnen sich durch einfachen Aufbau und geringen Aufwand aus, sie sind vor allem auch für Amateurzwecke geeignet.

Für höhere Ansprüche werden jedoch zweckmäßiger an Stelle eines Universal-Instrumentes, das in Schaltung und Leistungsfähigkeit stets zu gewissen Kompromissen zwingt, für jeden Zweck besonders dafür geeignete Meßgeräte vorgesehen. Diese können dann jeweils nach günstigsten Gesichtspunkten entworfen werden und sind dadurch leistungsfähiger als das Universalgerät.

So ist z. B. beim Universal-Röhrenvoltmeter, das einen hohen Frequenzumfang besitzen soll, zweckmäßig, die Diode an den Eingang zu legen, da eine Breitbandvorverstärkung, die von etwa 30 Hz bis in den Hf- oder gar bis in den UKW-Bereich wirksam sein soll, praktisch nur mit großem Aufwand bzw. überhaupt nicht durchzuführen ist.

Liegt die Diode dagegen am Eingang, so ergibt sich wegen der quadratischen Gleichrichtung bei kleinen Eingangsspannungen keine lineare Anzeige mehr.

Außerdem ist die Diodendämpfung bei kleinen Eingangsspannungen bisweilen von Nachteil.

Im Nf-Gebiet ergibt sich jedoch sehr oft die Notwendigkeit, gerade sehr kleine Spannungen mit einem hochohmigen Meßgerät zu messen. Ein solches Meßgerät sollte bei linearer Anzeige einen Spannungsbereich von etwa 1 mV bis zu einigen hundert Volt überstreichen und einen Frequenzbereich von etwa 30 Hz bis weit über die Hörgrenze erfassen. Wählt man die obere Frequenzgrenze, wie beim vorliegenden Gerät, mit etwa 100 kHz, dann schließt man damit jene Lücke, die beispielsweise zwischen dem hörbaren Nf-Bereich und dem Hf-Bereich besteht, der nur mit Taströhrenvoltmetern zu erfassen ist.

Voraussetzungen für den Entwurf

Die angestellten Überlegungen waren für die Entwicklung des nachfolgend beschriebenen Nf-Röhrenvoltmeters RV I maßgebend. Dabei wurde eine Lösung angestrebt, mit der einerseits ohne zu großem Aufwand Empfindlichkeit, Stabilität und ausreichende Anzeigegenauigkeit erreicht werden können, und anderseits auch eine universellere Verwendung des Gerätes möglich ist. Eine solche Möglichkeit ist z. B. die Benutzung des im RV I enthaltenen zweistufigen Nf-Breitbandverstärkers für reine Verstärkerzwecke, z. B. in der Meß- und Oszillographentechnik, oder seine Verwendung als Signalverfolßen Aufwand Empfindlichkeit, Stabilität Kristalldiode auch das Abtasten des Hf- bzw. Zf-Teiles eines Empfängers gestattet. Darüber hinaus kann der Verstärker auch für Experimentier- und Laborarbeiten aller Art wertvolle Dienste leisten.

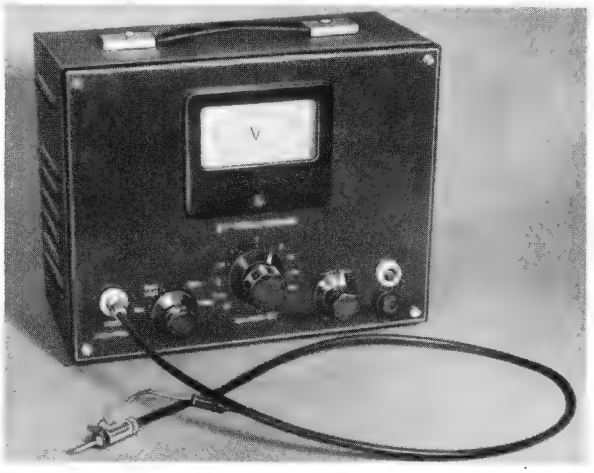
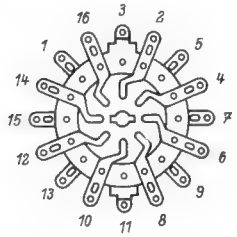


Bild 1. Nf-Röhrenvoltmeter, gebaut im Labor der österreichischen Radioschau

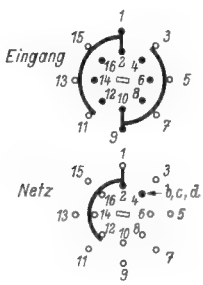
Dem Selbstbau-Interessenten ist jedoch mit der Schaltung allein kaum gedient. Die notwendige Nf-Verstärkung übertrifft die des in Radiogeräten üblichen Nf-Teiles beträchtlich, und an die Stabilität und Störfreiheit werden wesentlich höhere Anforderungen gestellt. Insbesondere müssen Brummeinstreuungen und störende Rückkopplungen sorgfältig vermieden werden. Wohldurchdachte Leitungsführung, sorgfältige Verdrahtung sowie zweckentsprechende Abschirmung und saubere Nullung sind unerläßlich, um Fehlschläge zu vermeiden. Aus diesem Grunde wurde bei der Ausarbeitung der Konstruktionsbeschreibung besonderes Gewicht auf eine möglichst ausführliche Darstellung gelegt.

Schaltungsprinzip

Die Schaltung **(Bild 2)** besteht aus einem hochohmigen Spannungsteiler R 1... R 10 (Gesamtwiderstand 1,2 MΩ), einem zweistufigen gegengekoppelten Nf-Breitband-



A9 2 Ebenen, 4 Schaltstellungen



Anschlüsse des Schalters S 2 bei Verwendung der Type A9, Z.-Nr. 183 von Mayr.

2 und 10 = a = Aus
4 und 12 = b = Bereitschaft
6 und 14 = c = Eichen
8 und 16 = d = Messen
1 und 9 = Schaltarme
Gezeichnete Stellung: Linksanschlag (1-2)

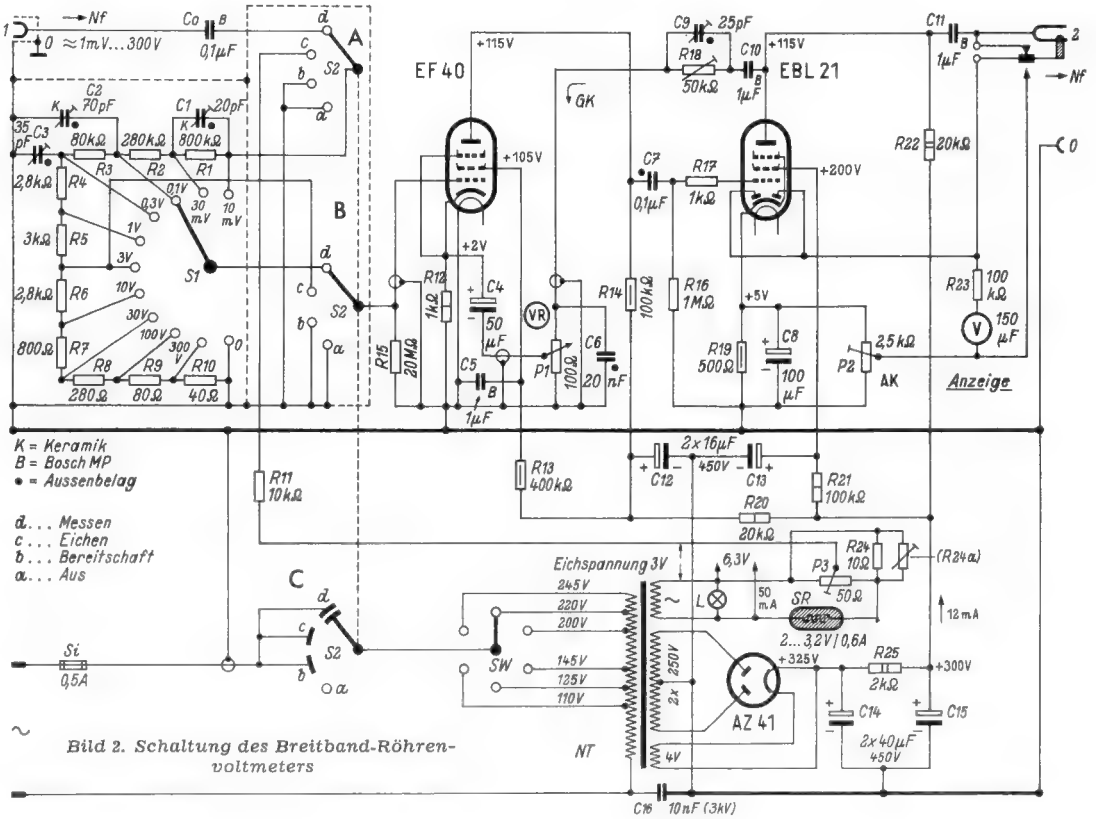


Bild 2. Schaltung des Breitband-Röhrenvoltmeters

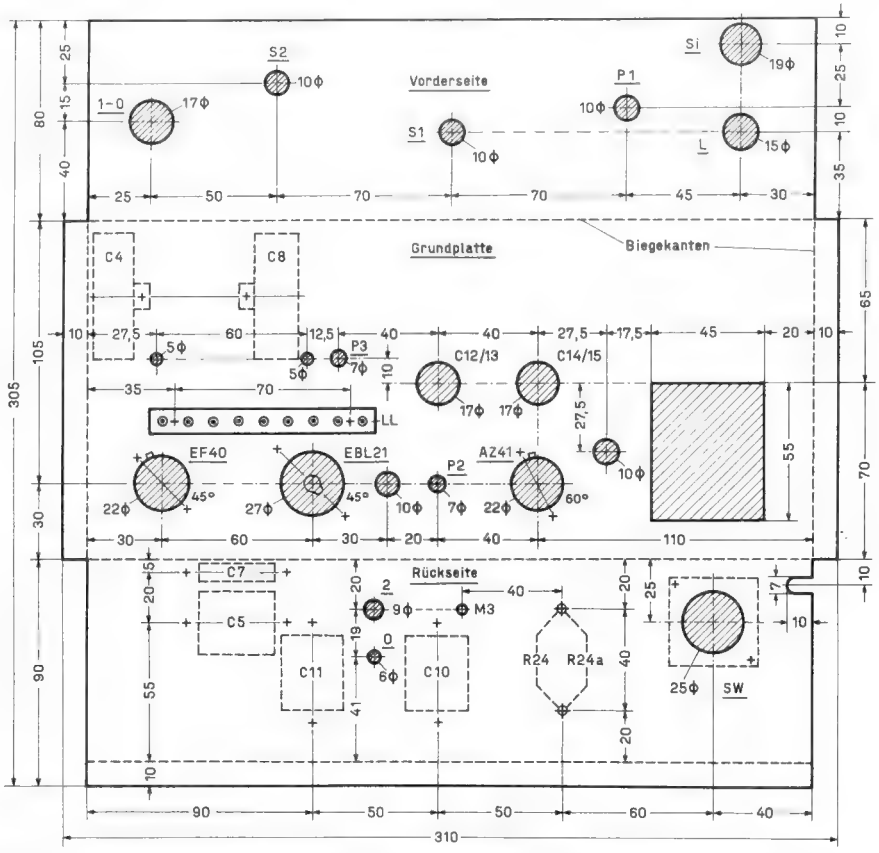


Bild 3. Anreiß- und Bohrplan für das Chassis. Bei Verwendung eines listenmäßigen Leistner-Gehäuses sind die Abstände für die Bohrungen von der Mittellinie aus anzureißen

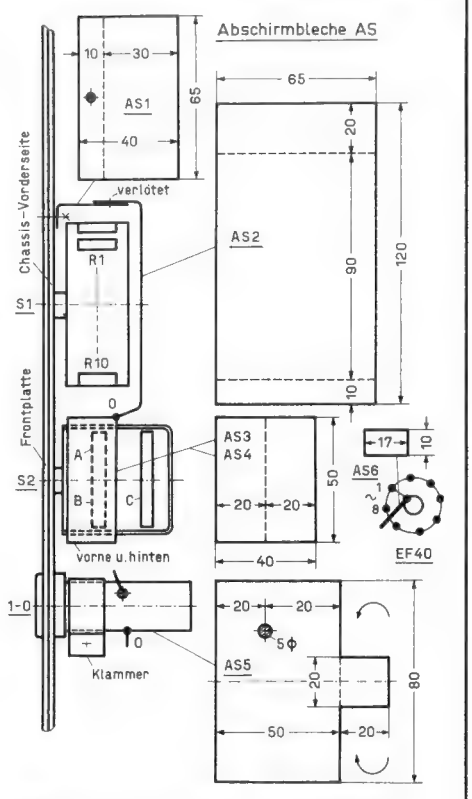


Bild 4. Abmessungen der verschiedenen Abschirmbleche und ihre Anordnung am Chassis und an der Röhrenfassung

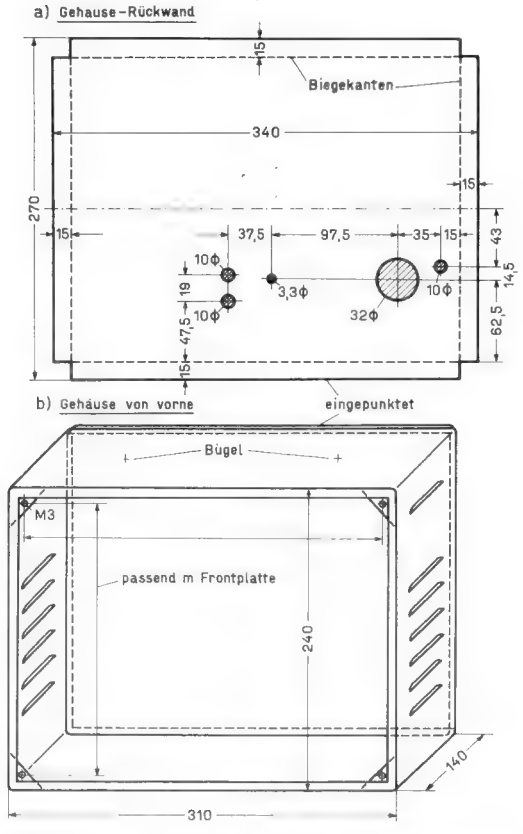


Bild 5. Gehäuse für das in Bild 1 dargestellte Modell des Röhrenvoltmeters

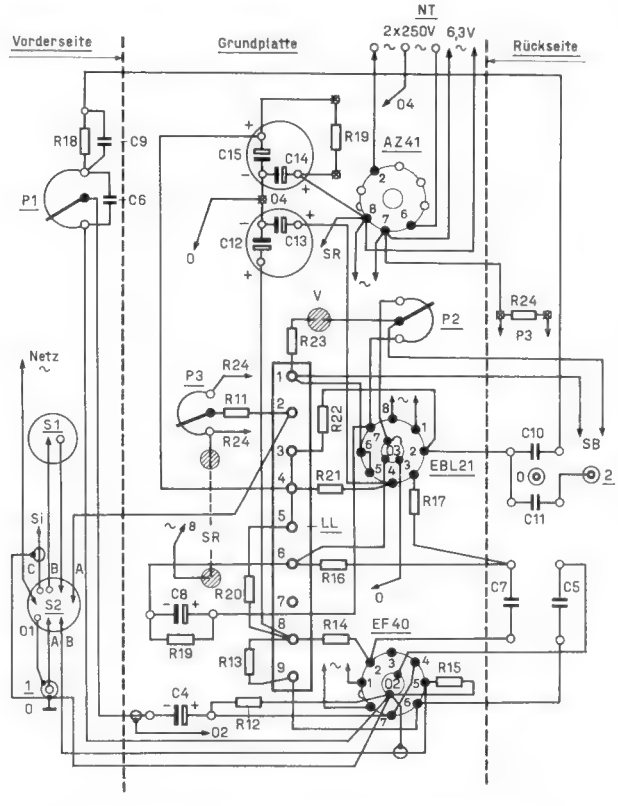


Bild 6. Verdrahtungsplan des Verstärkerteiles

Konstruktionsseiten

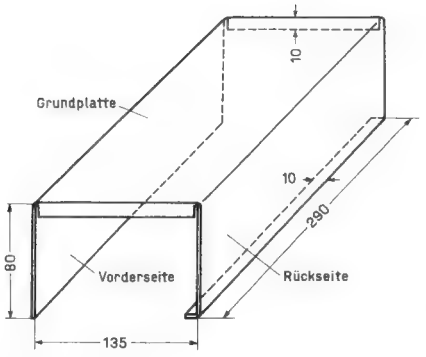


Bild 7. Fertig gebogenes Chassis (Bohrungen nicht mitgezeichnet)

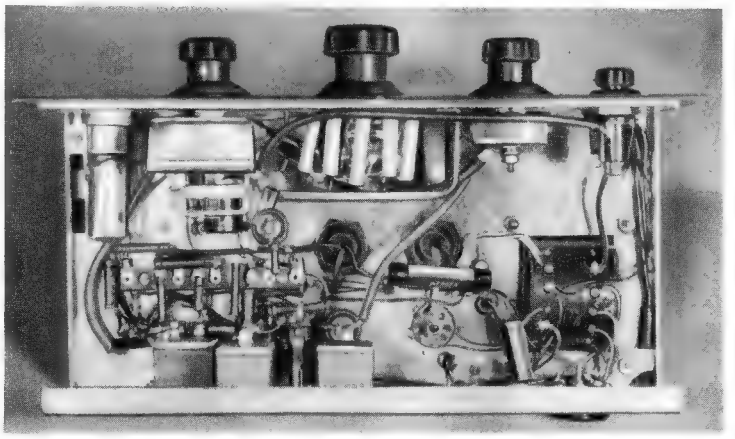


Bild 8. Unterseite des fertig verdrahteten Chassis

Einzelteilliste

Röhren

EF 40, EBL 21, AZ 41 mit Fassungen, davon eine in Keramikausführung. Stromregler SR 2...3,2 V/0,6 A mit Fassung.

Schalter und Buchsen

12poliger Stufenschalter S 1 in Keramikausführung, Mayr, Type E 6111.
4 × 4poliger Stufenschalter mit 2 Kontaktscheiben in Keramikausführung, Mayr, Type A 9 nach Zeichnung 183 für FUNKSCHAU-Bauanleitung.
1 konzentrische Steckverbindung (Meßsenderbuchse); 1 Schaltbuchse mit Umschaltkontakt; 1 Buchse für 4-mm-Stecker.

Netztransformator NT

prim. 110, 145, 200, 220, 240 V, sek. 2 × 250 V/20 mA, 4 V/1 A, 6,3 V/2 A; Spannungswähler SW für 6 Stellungen.

Drahtpotentiometer

50 Ω (1 A belastbar), 100 Ω, 2,5 kΩ (Kleinausführung für Schraubenziehereinstellung).

Widerstände

0,25 W mit 1% Toleranz (R 1...R 10): 40 Ω, 80 Ω, 280 Ω, 800 Ω, 2 × 2,8 kΩ, 3 kΩ, 80 kΩ, 280 kΩ, 800 kΩ;
0,25 W (normal): 1 kΩ, 10 kΩ, 20 kΩ, 2 × 100 kΩ, 1 MΩ, 20 MΩ;
0,5 W: 500 Ω, 1 kΩ, 20 kΩ, 2 × 100 kΩ, 400 kΩ;
2 W: 20 kΩ;
4 W: 10 Ω (mit Parallelwiderständen abgleichen).

Kondensatoren

Keramik: 20 pF, 25 pF, 70 pF (abgleichen, evtl. Trimmer); Rollblock: 20 nF (750 V), 10 nF (3 kV Prüfspannung); Bosch MP: 0,1 µF, 3 × 1 µF.

Elektrolytkondensatoren

50 µF/6 V, 100 µF/12 V, 2 × 16 µF/450 V, 2 × 40 µF/450 V.

Anzeigeinstrument, Neuberger, Type 114, 150 µA, 300 Ω. Nach Anfertigen einer Eichtabelle kann eine Spezialskala mit zwei Skalenteilungen, 0...3 und 0...10, nachgeliefert werden.

Gehäuse, Chassis, Klein- und Schaltmaterial s. Text und Maßzeichnungen. Anstelle des dargestellten Gehäuses kann das listenmäßige Gehäuse der Fa. Leistner, Hamburg-Altona, mit der Frontplattengröße 298 × 210 mm und 150 mm Tiefe verwendet werden.

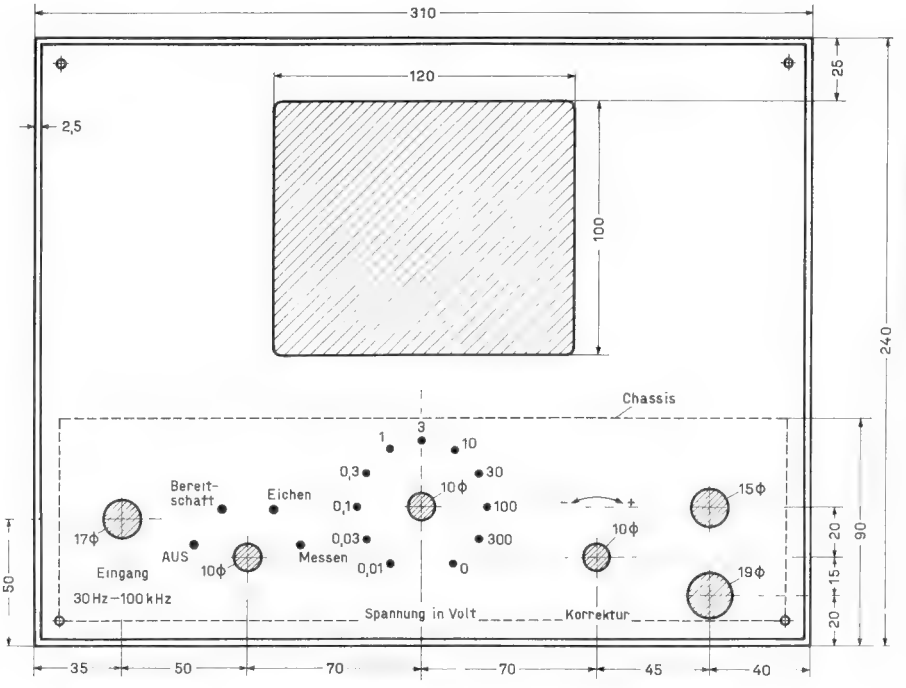


Bild 9. Frontplatte mit Bezeichnungen

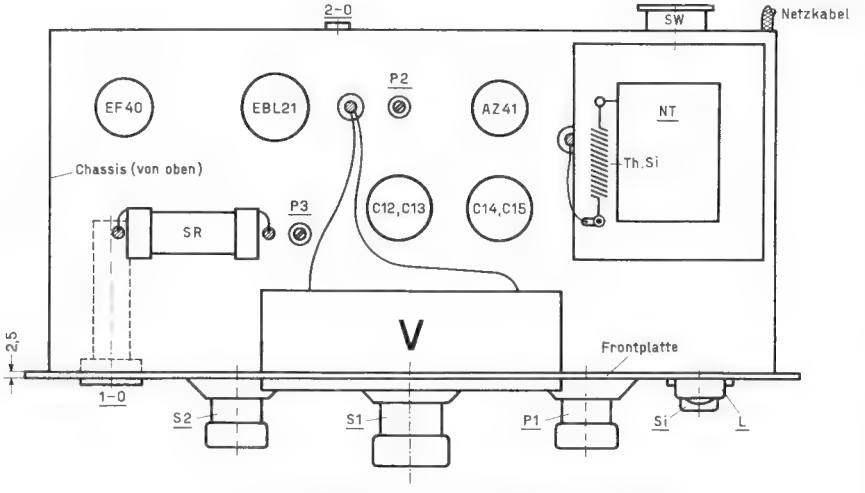


Bild 10. Anordnung der Teile oberhalb des Chassis

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

(Fortsetzung des Textes von Seite 11)

verstärker (EF 40, EBL 21), dem Gleichstrom-Anzeigeinstrument V mit Vorwiderstand 100 kΩ, als Voltmeter geschaltet und dem Wechselstromnetzteil mit Netztransformator NT und Zweiweggleichrichtung (AZ 41) mit RC-Siebung.

Eine durch einen Stromregler stabilisierte Eichspannung, die von der Heizspannungswicklung abgenommen wird, erlaubt die ständige Überprüfung bzw. Korrektur der Verstärkung zur Erhaltung der Anzeigegenauigkeit.

Die Bedienung beschränkt sich auf die Betriebsarteneinstellung durch den Schalter S 2, die Meßbereichwahl durch den Schalter S 1 und die vor jeder Messung mögliche Eichkontrolle durch das Potentiometer P 1.

Die Kompensation des Dioden-Anlaufstromes durch das Potentiometer P 2 und die durch P 3 mögliche Einstellung der Eichspannung sind nur bei der ersten Inbetriebnahme bzw. bei Röhrenwechsel vorzunehmen.

Schaltungsfunktion

Die Eingangsbuchse 1 ist als konzentrische Steckverbindung (13-mm-Buchse mit 4-mm-Stecker) ausgeführt und vollständig abgeschirmt. Über Segment A des Betriebsartenschalters S 2 gelangt die Eingangsspannung in Stellung d an den aus zehn in Serie geschalteten Widerständen bestehenden Eingangsspannungsteiler, der die 10 Meßbereiche zwischen 10 mV und 300 V (Endausschlag) festlegt. Die oberen Widerstände sind durch die Kapazitäten C 1...C 3 überbrückt. Diese Kapazitäten dienen bei den höheren Meßbereichen zur Kompensation der Röhren- und Schaltungskapazitäten, sie sind so abgeglichen, daß der Spannungsteiler auch im oberen Frequenzbereich frequenzunabhängig bleibt.

Der Betriebsartenschalter S 2 besitzt 4 Stellungen, und zwar: Aus (a), Bereitschaft (b), Eichen (c) und Messen (d).

Die Bereitschaftsstellung dient zum Anheizen des Gerätes (etwa 1 bis 3 Minuten) und hat den Zweck, stabile Betriebsverhältnisse zu sichern. Dabei liegt das Gitter der EF 40 über Kontakt b am Nullpunkt, um die auftretenden Zeigerschwankungen zu unterdrücken.

In der Eichstellung liegt die stabilisierte Eichspannung, die im Originalgerät mit 3 V festgelegt wurde, am 3-V-Meßbereich. Durch Einstellung dieses Meßbereiches kann man die Eichgenauigkeit des Anzeigeinstrumentes vor jeder Messung kontrollieren und durch Potentiometer P 1 genau auf 3 V Endausschlag nachregeln.

In Stellung Messen kann der gewünschte Meßbereich durch Schalter S 1 eingestellt werden, wobei die Eingangsspannung über Segment A am Spannungsteiler liegt und durch S 1 jene Teilspannung abgegriffen wird, die dem gewünschten Meßbereich entspricht.

Das Segment C dient als Netzschalter. Die Kontakte bzw. Federn sind so gestaltet, daß beim Betätigen des Schalters S 2 die Spannungsversorgung nicht unterbrochen wird und Spannungsstöße sowie die damit verbundenen starken Zeigerausschläge vermieden werden.

Die Eingangsstufe mit der rausch- und brummarmen Spezialpentode EF 40 arbeitet in RC-Kopplung und führt der folgenden Endröhre die Nf-Spannung über C 7 zu. Der Gitterableitwiderstand R 15 verhindert Gitteraufladungen durch Kontaktunterbrechungen beim Umschalten des Meßbereichwählers S 1 und die damit verbundenen Zeigerschwankungen.

Durch das Potentiometer P 1 wird eine variable Gegenkopplungsspannung in die Katode eingekoppelt. Diese Spannung kann durch den Abgriff so eingestellt werden, daß die Verstärkung jenen Wert besitzt, der zur Übereinstimmung der Sollspannung mit der Eichspannung erforderlich ist.

Die Endstufe, das Pentodensystem der EBL 21, arbeitet ebenfalls als Breitbandverstärker in RC-Schaltung. Die verstärkte Wechselspannung wird über Trennkondensator C 11 und den oberen Kontakt der Schaltbuchse an die beiden parallel geschalteten Dioden der EBL 21 geführt. Widerstand R 23 und das Instrument V bilden den Ableitwiderstand, an dem bei Vollausschlag des Instrumentes eine Richtspannung von

$$0{,}15\ \text{mA} \cdot 100\ \text{k}\Omega = 15\ \text{V}$$

Bild 11. Rückansicht des fertigen Chassis mit Röhren, Netztransformator, Elektrolytkondensator und Meßinstrument

entsteht. Hierzu muß die Endröhre eine Wechselspannung von zirka 10 Veff abgeben. Die erforderliche Gesamtverstärkung ergibt sich daher bei einer Eingangsspannung von 10 mVeff mit zirka 1000fach.

Die Wahl der EBL 21 erfolgte mit Rücksicht auf die in dieser Röhre vorhandenen Dioden. Die EBL 21 arbeitet in dieser Stufe mit einem Anodenstrom von zirka 10 mA und mit einer Steilheit von etwa 4 mA/V. Sie besitzt daher eine Grundverstärkung von etwa 80, und die Gegenkopplung muß etwa mit dem Faktor 8 eingestellt werden, um die erforderliche Gesamtverstärkung von 1000 zu erreichen.

An Stelle der EBL 21 könnte man daher ohne Schwierigkeiten z. B. auch eine EAF 21, EAF 42, EBF 15 oder EBF 80 einsetzen.

Zur Kompensation des Dioden-Anlaufstromes liegt die Reihenschaltung von R 23 und V am Schleifer des Potentiometers P 2. Dieses Potentiometer wird so eingestellt, daß die gegenüber der Katode abgegriffene negative Vorspannung der Dioden deren Arbeitspunkt in den tatsächlichen Nullpunkt der Diodenkennlinie legt (etwa —0,5 bis —1 V). Dadurch wird der durch die vorhandene Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen entstehende Anlaufstrom unterdrückt und die Nullpunkteinstellung des Zeigers tatsächlich bei der Eingangsspannung Null erreicht.

Die Schaltbuchse besitzt einen Umschaltkontakt, der bei Einführung eines Steckers in Buchse 2 das Instrument V durch den unteren Kontakt kurzschließt und gleichzeitig durch Öffnen des oberen Kontaktes die Dioden vom Anodenkreis der Endröhre abtrennt. Dadurch kann die verstärkte Nf-Spannung zwischen den Buchsen 2—0 verzerrungsfrei abgenommen und das Gerät als Verstärker für die bereits erwähnten Spezialzwecke verwendet werden. Die Abnahme ist durch den Trennkondensator C 11 gleichstromfrei. Auch der Anschluß eines kleinen Lautsprechers mit hochohmigem Anpassungswiderstand (etwa 20 kΩ) ist möglich, wobei eine Nutzleistung von einigen Zehntelwatt entnommen werden kann. Dadurch kann man das Gerät bei Verwendung als Signalverfolger auch mit akustischer Anzeige arbeiten lassen.

Die Gegenkopplung erfolgt von der Anode der Endröhre an die Katode der Vorröhre, sie wird in ihrem Mittelwert durch das Spannungsteilerverhältnis des unteren Teiles von P 1 zu R 16 bestimmt. Sie ist durch die Parallelkapazität C 6 und C 19 frequenzabhängig ausgebildet. Der Abgleich dieser Kapazitätswerte gestattet eine Korrektur des Frequenzganges.

C 6 bewirkt eine mit steigendem Kapazitätswert zunehmende Schwächung der Höhengegenkopplung (Höhenanhebung), während C 9 mit steigendem Kapazitätswert die Höhengegenkopplung verstärkt (Tiefenanhebung).

Die Eichspannung wird an dem an der Heizwicklung liegenden Potentiometer P 3 abgegriffen und ist durch den im Potentiometerkreis liegenden Stromregler SR stabilisiert.

Als Stromregler wurde eine Type mit den Werten 2...3,2 V/0,6 A verwendet, der durch die Widerstände R 24, 24a auf die Mitte des Regelbereiches (2,6 V Spannungsabfall an SR) eingestellt wurde. Der Abgriff an P 3 wird dann auf eine Spannung von genau 3 V abgeglichen, die über S 2/A in der Eichstellung c automatisch an die 3-V-Anzapfung des Eingangsspannungsteilers geführt wird. Der Widerstand R 11 verhindert einen Kurzschluß zwischen den Kontakten b, c bei Umschaltung von S 2.

Stellt man die Eichspannung als Effektivwert ein, so ist damit die Anzeige ebenfalls in Effektivwerten geeicht.

Die im Schaltbild angegebenen Spannungswerte wurden mit einem hochohmigen Universalinstrument gemessen (20 kΩ/V). Bei einem Instrument mit kleinerem Innenwiderstand werden vor allem bei der EF 40 kleinere Spannungen angezeigt.

Aufbau des RVI

Frontplatte, Chassisaufbau und Gehäuse des Originalgerätes sind aus **Bild 1, Bild 8** und **Bild 11,** ersichtlich.

Die Frontplatte besteht aus einer 3 mm starken, eloxierten und gravierten Aluminiumplatte mit den Abmessungen 310 × 240 mm. Alle Angaben gelten für die im Originalgerät verwendeten Bauteile und sind beim Nachbau in bezug auf die verwendeten Teile genau zu überprüfen.

Der Chassisaufbau an der Oberseite und die Verbindung zwischen Chassis und Frontplatte gehen aus Bild 5b hervor. Auf der Oberseite des Chassis sind die drei Röhren, der Stromregler SR, die beiden Hochvolt-Doppel-Elektrolytkondensatoren und der Netztransformator NT montiert. Außerdem sind hier die Einstellschrauben für die Potentiometer P 2, P 3 zugänglich.

Chassisuntersicht **(Bild 3)** zeigt Maßskizze, Ausschnitt- und Bohrplan des aufgeklappt dargestellten Chassis von der Unterseite gesehen. Für das Chassis wählt man halbhartes Aluminiumblech, 1,5 mm stark, das nach der in **Bild 7** dargestellten Form gebogen wird. An den Längsseiten und an der Rückseite sind abgebogene Versteifungskanten vorgesehen.

An der Chassisvorderseite sind die mit der Frontplatte übereinstimmenden sechs Bohrungen anzubringen.

Bei der Montage der Röhrenfassungen achte man genau auf die Lage der Kontakte, die so gewählt werden muß, daß sich bei den kritischen Punkten die kürzesten Leitungen ergeben.

Die gemeinsame Nullung erfolgt, wie im Schaltbild dargestellt, am Eingangsstekker 1-0, an dem die Nullpunkte der einzelnen Stufen zusammengeführt und durch den Metallkörper der Buchse mit dem Chassis verbunden werden.

Sämtliche kalten Punkte — Elektrolytkondensatoren-Gehäuse, kalte Stützpunkte, Abschirmungen usw. — sind daher vom Chassis isoliert zu halten.

Die im Chassis erforderlichen Abschirmbleche zeigt **Bild 4.** Sie werden aus 0,3-mm-Weißblech hergestellt und entsprechend der Zeichnung Bild 4 und Foto Bild 8 für die Abschirmung von S 1 (AS 1, AS 2) und S 2 (AS 3, AS 4) verwendet, die Lötfahne der Eingangsbuchse 1 wird durch die aus AS 5 hergestellte eingerollte Hülle vollständig abgeschirmt. Die zur Verwendung kommenden Abschirmkabel müssen kapazitätsarm sein.

Die Fassung der EF 40 erhält ein Abschirmplättchen AS 6, durch das das Steuergitter gegen Brummeinstreuungen von den Heizstiften aus geschützt wird.

Ein Verdrahtungsschema **(Bild 6)** zeigt die Anschlüsse an der Lötleiste LL und an den Kontaktfedern der Röhrenfassungen. Die Nulleitungen der einzelnen Stufen werden jeweils in einem Punkt zusammengefaßt (01...04) und durch den Metallkörper der Buchse 1 mit dem Chassis verbunden. Die Heizwicklung wird einpolig am Heizfadenkontakt der EF 40 genullt. Dadurch werden Schleifenbildung und unkontrollierbare Brummeinkopplung vermieden.

Abgleich und Eichung

Die Anzeigegenauigkeit des Röhrenvoltmeters wird durch die Frequenzlinearität des Verstärkers und in den einzelnen Meßbereichen durch die Genauigkeit der Spannungsteilerwiderstände bestimmt. Im Originalgerät wurden für den Spannungsteiler Widerstände mit 1% Toleranz verwendet, die ein Abgleichen der einzelnen Werte überflüssig machen.

a) Die Einstellung der Eichspannung beginnt mit der Einstellung des Stromreglers auf die Mitte seines Regelbereiches, z. B. auf 2,6 V bei einem Regelbereich von 2...3,2 V. Diese Einstellung erfolgt durch Parallelschalten von Widerständen (R 24, R 24a usw.) zum Potentiometer P 3, bis am Regler die Spannung von 2,6 V vorhanden ist. Hierauf wird das Potentiometer P 3 so eingestellt, daß die für den Spannungsteiler abgenommene Eichspannung genau den Wert von 3 V besitzt.

b) Die Anlaufstromkompensation erfolgt durch Einstellung des Potentiometers P 2. Hierbei wird Gitter 1 der Röhre EF 40 durch die Nullstellung von S 1 an Masse gelegt und P 2 so eingeregelt, daß der Zeiger des Instrumentes zunächst etwas ausschlägt. Hierauf regelt man P 2 vorsichtig soweit zurück, bis der Zeiger genau auf Null steht.

c) Die Kontrolle des Spannungsteilers kann mit Gleichspannung oder Netzwechselspannung erfolgen.

Zunächst überprüft man nochmals den Gesamtwiderstand des Spannungsteilers und die Teilwiderstände R 1...R 10 mit einem Ohmmeter oder mit einer Meßbrücke. Hierauf kontrolliert man die Spannungsteilung durch genaue Einstellung der eingespeisten Spannung und Messung der an den Kontaktpunkten des Schalters S 1 auftretenden Teilspannungen bei den einzelnen Meßbereichen, beginnend beim Meßbereich 300 V bis zum Meßbereich 1 V.

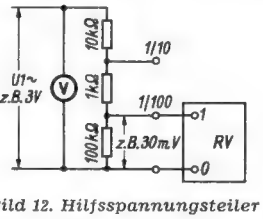


Bild 12. Hilfsspannungsteiler

d) Die Einstellung der Gesamtverstärkung zur Justierung des Endausschlages des Anzeigeinstrumentes V ist in diesem Stadium zweckmäßig und erfolgt zunächst ohne Rücksicht auf die Frequenzlinearität des Verstärkers. Beim Meßbereich 300 V und einer eingespeisten Spannung von 300 V wird die Verstärkung so eingestellt, daß das Instrument V genau auf Endausschlag zeigt. Dadurch kann man das eingebaute Anzeigeinstrument bei der Überprüfung der einzelnen Meßbereiche bereits als Indikator verwenden.

Der Abgleich des Verstärkers erfolgt durch entsprechende Bemessung des Gegenkopplungswiderstandes R 18, der so gewählt werden muß, daß das Potentiometer P 1 etwa in der Mitte seines Regelbereiches steht, wenn das Instrument Endausschlag zeigt. Ein höherer Wert von R 18 erhöht die Verstärkung durch die schwächere Gegenkopplung und umgekehrt.

Die Einspeisung genau definierter Spannungen und die Messung der Teilspannungen ist bei Spannungswerten von 1 V aufwärts kein Problem, da sich diese mit normalen Meßgeräten genau messen lassen.

Für die Überprüfung der kleineren Meßbereiche stellt man sich jedoch zweckmäßig einen im Verhältnis zum Widerstand des Spannungsteilers niederohmigen Hilfsspannungsteiler mit dem Teilerverhältnis 1 : 10 und 1 : 100 her, den man nach **Bild 12** an den Eingang des Röhrenvoltmeters legt. Ein solcher Spannungsteiler läßt sich durch Ausmessen und Abgleichen der Widerstände oder durch Messen der Teilspannungen bei Einspeisung höherer Spannung sehr genau herstellen und er ist in dem hier in Betracht kommenden Frequenzbereich ausreichend frequenzunabhängig.

Für die Speisung des 30-mV-Meßbereiches legt man z. B. den Spannungsteiler 1 : 100 an den Eingang des Röhrenvoltmeters und stellt die dem Spannungsteiler zugeführte Spannung genau auf

$$0{,}03 \cdot 100 = 3 \text{ V}$$

ein, die man leicht messen kann. In diesem Fall kann man z. B. als Speisespannung auch sehr gut die stabilisierte Eichspannung des Gerätes verwenden.

e) Der Frequenzabgleich der Gegenkopplung ist der nächste Schritt, und zwar werden die Abfälle der Frequenzkurve durch entsprechende Wahl bzw. Einstellung der Kapazitäten C 6 und C 9 an den Bereichsenden (etwa 50 Hz und 80 kHz) möglichst ausgeglichen. Dieser Abgleich erfolgt bei eingestelltem Meßbereich von 10 mV und bei einer Eingangsspannung von etwa 5 mV. Voraussetzung hierfür ist, daß die Eingangsspannung bei der veränderlichen Frequenz konstant gehalten wird. Sie wird zweckmäßig durch ein Röhrenvoltmeter kontrolliert.

f) Die Frequenzkompensation des Spannungsteilers erfolgt durch den Abgleich der Kapazitäten C 1...C 3, die so eingestellt werden müssen, daß die Linearität der Frequenzkurve im obersten Frequenzbereich auch bei den hohen Meßbereichen erhalten bleibt.

Eine Kontrolle, ob die Abschirmung ausreichend ist, läßt sich auf folgende einfache Weise durchführen: Man verbindet das Steuergitter der EBL 21 mit dem Nullpunkt und regelt den Zeiger des Anzeigeinstrumentes V durch P 2 auf Null. Beseitigt man dann den Kurzschluß des Steuergitters, so darf am Instrument kein nennenswerter Ausschlag auftreten, wenn der Störpegel der Vorstufe ausreichend klein ist.

Konstruktion: N. Schmidt.

Beschreibung und Zeichnungsentwürfe: L. Ratheiser.

Chemie und Elektrotechnik

Unbemerkt und ohne großes Aufsehen vollziehen sich oft in der Technik Wandlungen von grundsätzlicher Bedeutung, über die wenig gesprochen und geschrieben wird; eines Tages sind sie da, nützlich, praktisch, nach kurzer Zeit unentbehrlich und damit selbstverständlich geworden. Über unwesentliche Neuerungen oder über abwegige Konstruktionen berichten Tageszeitungen und Fachpresse, und lange Diskussionen werden entfesselt über Dinge, die inzwischen schon wieder verschwunden sind; über die Leistungen zum Beispiel der Chemie für alle Zweige der Elektrotechnik ist selten etwas zu hören.

Die Chemie hat dem Elektrotechniker in den letzten Jahren wiederum eine Reihe von Werkstoffen zur Verfügung gestellt, die Lösungen von Problemen ermöglichten, an denen lange vergeblich gearbeitet wurde. Jahr für Jahr werden weitere Verbesserungen und Neuentwicklungen angeboten, deren Auswirkungen sich immer nur ahnen lassen. Es ist unmöglich, alle die Fälle aufzuzählen, in denen der Chemiker dem Elektrotechniker geholfen hat. Es ist erstaunlich zu sehen, wie der Chemiker beinahe nach Maß Werkstoffe schafft, für die ihm nur ein Wunschzettel überreicht worden ist.

Styropor heißt ein Polystyrol mit dem spezifischen Gewicht 0,02 und einer Dielektrizitätskonstanten von etwa 1,01. Das Material eignet sich hervorragend als Isolierstoff für Koaxial-Senderkabel, da es neben den günstigen elektrischen Daten auch noch gute Wasserbeständigkeit aufweist und maßhaltig in beliebiger Form hergestellt werden kann.

Ultramid ist ein Kunststoff, der sich durch sehr hohe Abriebfestigkeit auszeichnet. Isolierte Schaltdrähte, nachträglich mit einem Ultramid-Überzug umspritzt, können auch in Fahrzeugen oder an Maschinen mit ständigen Erschütterungen verlegt werden, ohne daß sich die Isolation durchscheuert.

Luvican M 170 ist ein thermoplastischer Kunststoff besonders hoher Wärmebeständigkeit. Geringste elektrische Verluste sind verbunden mit einer Temperaturbeständigkeit bis 200°, so daß zum Beispiel Lötfahnen unmittelbar in diesen hochwertigen Isolierstoff eingebettet werden können, ohne daß beim Löten ein Erweichen zu befürchten ist.

Wesentlich erhöhte Schlagfestigkeit zeichnet eine neue Spritzgußmasse aus, die als Polystyrol EB angeboten wird. Gehäuse aus diesem Werkstoff können durch Fall oder beim Transport kaum noch beschädigt werden.

Die Temperaturbeständigkeit von Spulen und Kondensatoren kann auf über 100° ausgedehnt werden, wenn Monovinylcarbazol als Tränkmasse verwendet wird.

In der Lupolenreihe ist das Lupolen H als hochwertiges Dielektrikum und hervorragender Isolator verwendbar. Mit Aktivruß ist es als Rohstoff für Antennenkabel für Außenmontage lieferbar. Das gleiche Material läßt sich auch als Verpackung oder als kochfestes Geschirr aus Kunststoff verwenden.

Ferrit kann jetzt auf dem Schmelzwege hergestellt werden und wird damit zur weiteren Verbesserung der Spulenkerne beitragen.

Die PVC-Folien konnten in neuerer Ausführung mit erhöhter Zugfestigkeit gefertigt werden. Bei Magnetophonbändern läßt sich dadurch die Banddicke soweit herabsetzen, daß auf der gleichen Spule eine rund 50% längere Aufnahmedauer untergebracht werden kann.

Für den Elektromaschinenbau ist auf dem Gebiet der Silicon-Isolation jetzt ein sehr umfangreiches Programm der Lieferfirmen vorhanden. Das kennzeichnende Merkmal der Silicone ist die Temperaturfestigkeit bis 180° und die damit verbundenen Möglichkeiten zur höheren Belastbarkeit und kleineren Bauweise der elektrischen Maschinen. Außerdem sind die Siliconlacke und Tränkmassen stark feuchtigkeitsabweisend.

Dies alles sind nur ein paar Beispiele aus der Vielzahl der neuen Werkstoffe, die in letzter Zeit auf den Markt kamen. Wollte man eine vollständige Liste anfertigen, dann würde das einen dicken Band ergeben.

Die Chemie arbeitet für die Elektrotechnik. Der Konstrukteur braucht nur einen Wunsch zu äußern und schon geht der Chemiker an die Arbeit, um den passenden Werkstoff zu finden und aufzubauen und das Fertigungsverfahren betriebsreif zu machen. Wir werden noch manche Überraschung auf diesem Gebiet erleben.

Dipl.-Ing. Georg Rose

Bau von Ablenkspulen für Fernsehempfänger

Für den Selbstbau von Ablenkspulen für Fernsehgeräte gibt W. T. Cocking u. a. die nachstehend wiedergegebenen Ratschläge. Die Spulendaten richten sich nach dem Typ der Bildröhre und bestimmen ihrerseits die Maße der Vorrichtungen. Die in der Tabelle aufgeführten Daten gelten für die Bildröhren mit 53° Ablenkwinkel und 5 kV Anodenspannung.

Die Wickelvorrichtung

Größte Sorgfalt empfiehlt sich bei der Anfertigung der Wickelvorrichtung, die für Zeilen- und Bildkippspulen verwendbar ist. Nach **Bild 1** besteht sie aus zwei nicht zu dünnen Messingplatten und einem genau 2,1 mm starken Zwischenstück, die zweckmäßig gemeinsam gebohrt werden. Acht Schlitze dienen zum Einlegen von Seidenfäden, mit deren Hilfe jede der fünf Teilspulen (vgl. Tabelle) unmittelbar nach dem Wickeln abgebunden werden kann. Die Schlitzkanten werden leicht nach außen gebogen, um Verletzungen des Drahtes beim Wickeln zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde müssen die Löcher und die Innenkanten der Platten sorgfältig entgratet und mit feinstem Schmirgel geglättet werden. Sind die Platten fertig bearbeitet, so werden sie wie zum Gebrauch durch vier 2,6-mm-Schrauben mit Muttern mit dem Zwischenstück verschraubt und jetzt erst das mittlere Loch stramm passend für die Wickelachse aufgebohrt. Ferner werden zwanzig etwa 15 mm lange Stücke aus 2 mm starkem Stahldraht benötigt, deren Enden verrundet werden.

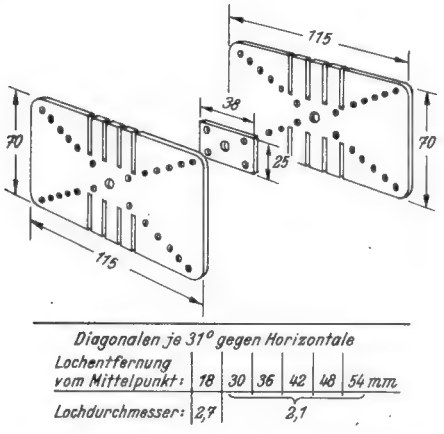


Bild 1. Aufbau und Abmessungen der Wickelvorrichtung. Die Diagonalen sind genau 31° gegen die Horizontale geneigt. Vom Mittelpunkt der Platten aus sind die Löcher von innen nach außen 18, 30, 36, 42, 48 und 54 mm entfernt. Die 18 mm entfernten Löcher haben 2,6 mm, am anderen 2,1 mm Lochdurchmesser

Wickeln der Spulen

Die Vorrichtung wird verschraubt und auf die Wickelachse aufgeschoben. In die acht Schlitze werden 30 cm lange Seidenfäden gelegt, deren freie Enden zu beiden Seiten der Vorrichtungen an der Wickelachse mit Draht oder Klebestreifen provisorisch befestigt werden. Dann werden die ersten vier Drahtstifte durch die inneren Löcher gesteckt und die erste Teilspule darüber gewickelt. Sie wird an allen acht Stellen abgebunden; die verbleibenden Enden der Seidenfäden legt man bis zum Abbinden der nächsten Teilspule wieder an der Wickelachse fest. Sind alle Teilspulen gewickelt und abgebunden, so kann die Vorrichtung zerlegt und die Spule herausgenommen werden. Bei den Teilspulen, die verschiedene Drahtdurchmesser erhalten, sorgt man dafür, daß die Lötstellen an den Schmalseiten liegen und gleich mit dünnem Rüschschlauch isoliert werden.

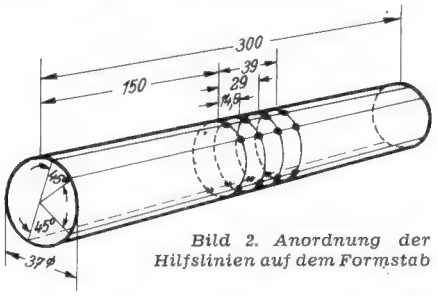


Bild 2. Anordnung der Hilfslinien auf dem Formstab

Der Spulenkörper

Zur Anfertigung des Spulenkörpers und für die spätere Spulenmontage benötigt man einen gut geglätteten oder polierten Hartholzstab von genau 35,5 mm Durchmesser und 30 cm Länge, dessen eines Ende rechtwinklig abgedreht sein soll. Er erhält zunächst eine einzelne Lage Durchschlagpapier, deren Enden sich etwa 1 cm überlappen. Sie wird an beiden Enden mit Gummiringen festgehalten. Auf eine Länge von rund 7,5 cm wird jetzt ein 2,5 cm breiter Paket-Klebestreifen mit der gummierten Seite nach außen so aufgewickelt, daß sich die einzelnen Windungen überlappen. Eine zweite Lage wird, beginnend am Ende der ersten Lage, mit der angefeuchteten gummierten Seite nach innen darüber gewickelt (ebenfalls überlappend und die erste Lage kreuzend). Nach 24stündigem Trocknen wird der so hergestellte Körper ohne Papierunterlage auf den Holzstab geschoben und an beiden Seiten über dem rechtwinklig abgedrehten Stabende mit einer Rasierklinge auf 5 cm Länge beschnitten. Darauf erhält der Spulenkörper drei Schellackanstriche.

Das Formen der Spulen

Für das Formen der Spulen benutzt man einen gut geglätteten, 30 cm langen Hartholzstab mit 37 mm Durchmesser. Er wird gemäß **Bild 2** mit vier Hilfslinien und vier Hilfskreisen versehen, deren Schnittpunkte zur Aufnahme von 25 mm langen und 2 mm starken Stahldrähten etwa 13 mm tief vorgebohrt werden. Die Löcher sollen kleiner als der Drahtdurchmesser sein, so daß die Drahtstifte mit dem Hammer eingeschlagen werden müssen. Beim Formen der Bildkippspulen werden die äußersten vier Drahtstifte wieder entfernt. Die fertig gewickelten Spulen werden von Hand der Rundung des Holzstabes angepaßt, im Bereich der Stifte an mehreren Stellen und außerhalb der Stifte durch je zwei Windungen mit dickem Zwirn umwickelt. Dann werden die Schmalseiten der einzelnen Teilspulen der Reihe nach senkrecht hochgebogen. Auf jeder Seite werden jetzt innen und außen Pappscheiben aufgeschoben, die außen durch zwei stramm passende Holzscheiben, innen durch Holzklötze passender Länge abgestützt werden. Danach wird die Spule schellackiert und nach dem Trocknen (aber vor dem völligen Erhärten) abgenommen, wozu eine Innenreihe Stifte entfernt werden muß. Die hochgebogenen Schmalseiten werden mit Cellophanstreifen umwickelt.

Spulenmontage

Nach Aufschieben des Spulenkörpers auf den 35,5 mm starken Holzstab werden die beiden Zeilenspulen aufgelegt und während des Justierens durch Gummibänder festgehalten. Die Spulen müssen gleichmäßig flach und ohne gegenseitigen Zwischenraum am Körper anliegen. Notfalls können Korrekturen nach Erweichen des Schellacks durch Brennspiritus vorgenommen werden. An die inneren Längskanten der Wicklungen werden PVC- (Polyvinylchlorid)-Kordelstücke gelegt, die zusammen mit den Spulen durch zwei Leinenzwirn-Bandagen an den äußersten Innenseiten befestigt werden. Die bisher unbehandelten Spulenteile werden jetzt schellackiert und nach dem Trocknen mit zwei Lagen Cellophan-Klebestreifen umwickelt. Genau um 90° versetzt werden nun die Bildspulen nach der gleichen Methode befestigt, schellackiert und bandagiert. Die Zwischenräume zwischen den abgewinkelten Teilen der Zeilen- und Bildspulen werden zur besseren Isolierung mit PVC-Kordel ausgefüllt.

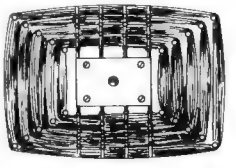


Bild 3. Spule auf der Wickelvorrichtung, eine Platte abgenommen

Bild 4. Spule, mit Fäden auf dem Formstab festgelegt

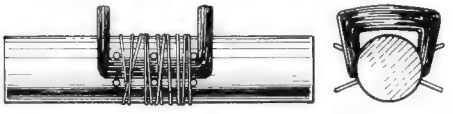


Bild 5. Spule mit hochgebogenen Seitenteilen

hgm

(Nach Wireless World, Dezember 1952, 460...486)

Tabelle: Beispiele für selbstgewickelte Ablenkspulen

Soll-Induktivität:	10 mH		20 mH		30 mH	
Teilspule	Wdgn.	Draht mmø CuL	Wdgn.	Draht mmø CuL	Wdgn.	Draht mmø CuL
1	50	0,274	71	0,234	89	0,193
2	27,5	0,274	38,5	0,234	48,5	0,193
	19	0,315	27	0,274	31	0,274
3	42	0,315	60	0,274	70	0,274
4	12,5	0,315	17,5	0,274	20,5	0,274
	20	0,378	29	0,315	30	0,315
5	29	0,378	41	0,315	42	0,315
Gesamtwindungszahl	200		284		331	
Gemessene Induktivität als Zeilenspule:	10,9 mH		22 mH		29,6 mH	
als Bildspule:	11,8 mH		—		—	
Widerstand:	20,7...21 Ω		39 Ω		58,6 Ω	

Antennen
Sender
Dezi-Richtverbindungen
Empfänger
Röhren
Fernschreiber
Lautsprecher

LORENZ macht die Ferne nah!

C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT STUTTGART

Die interessante Schaltung

Diodenmischung für Fernsehton-Empfang

Von Dr. A. Renardy

In dem von Grundig herausgebrachten Fernsehton-Zusatzgerät für Rundfunkempfänger, dessen mechanische Konstruktion wir bereits in der FUNKSCHAU 1954, Heft 12, Seite 241 beschrieben, kommt der Rundfunktechniker mit der Diodenmischung in Berührung, die zwar längst bekannt ist, vorwiegend aber in der Zentimeterwellentechnik angewandt wird. Wir nehmen daher Gelegenheit, nochmals auf diese Schaltung einzugehen und die darin angewendete Diodenmischung ausführlich zu besprechen. Unter Verzicht auf Misch-Verstärkung werden bei einer solchen Anordnung die gleichrichtende Wirkung und die gekrümmte Kennlinie von Röhren- oder Kristalldioden zur additiven Mischung ausgenutzt[1]).

Ein einfaches und übersichtliches Beispiel einer solchen Mischung zeigt das Schema **Bild 1.** Der auf die Empfangsfrequenz fe abgestimmte Kreis L 2 C 1 liegt in Reihe mit dem auf die Zwischenfrequenz fz abgestimmten Kreis L 3 C 2, der Kristalldiode D, der mit dem Oszillator koppelnden Spule L 5 und dem RC-Glied R 1 C 4. In der bekannten Weise bilden fe und fo eine Schwebung im Takt der gewünschten Zwischenfrequenz fz, aus der durch die Gleichrichtung der Diode die Zwischenfrequenz gewonnen wird. Durch das RC-Glied erhält die Diode eine geringe Vorspannung, denn die gleichgerichtete Hochfrequenz bringt am Widerstand R 1 einen Spannungsabfall hervor, der den Kondensator C 4 auflädt. Diese Vorspannung hat den Zweck, den günstigsten Punkt der Diodenkennlinie zu wählen, die insbesondere bei Germaniumdioden erst bei einigen zehntel Volt beginnt.

Der Vorteil der Diodenmischung gegenüber der Mischung mit Ein- oder Mehrgitterröhren liegt im Fehlen jeglichen Gitters. Dadurch fällt das Rauschen bedeutend geringer aus, und das Verhältnis

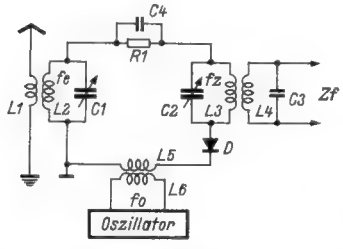


Bild 1. Grundsätzliches Schaltbild einer Mischstufe mit einer Kristalldiode

zwischen Nutz- und Rauschpegel wird wesentlich günstiger. Infolge der geringen Dicke der Sperrschicht von Kristalldioden treten Laufzeiterscheinungen erst im Millimeterwellengebiet in Erscheinung. Unter diesen Umständen nimmt man das Fehlen einer Mischverstärkung gerne in Kauf. Infolge des geringen Rauschanteils kann die Verstärkung in anderen Teilen des Empfängers wesentlich weiter getrieben werden, als dies bei Triodenmischung möglich wäre.

[1]) Vgl. Funktechnische Arbeitsblätter Sp 81 „Die Mischung im Überlagerungsempfänger"; Franzis-Verlag, München.

Das angeführte Beispiel einer Diodenmischung entspricht ziemlich genau der in der Schaltung des Fernsehton-Zusatzgerätes von Grundig **(Bild 2)** verwendeten Anordnung. Hier wird der Mischkreis von der Kristalldiode RL 131, den Spulen L 3 und L 5, der Drossel Dr 5 und dem RC-Glied R 3 C 16 gebildet. Über den Kondensator C 6 gelangt die verstärkte Empfangsfrequenz an die Spule L 3, die stufenweise abstimmbar ist und auf den jeweiligen Fernsehkanal eingestellt wird; sie wirkt infolgedessen als Sperrkreis zwischen C 6 und dem Bezugspunkt der

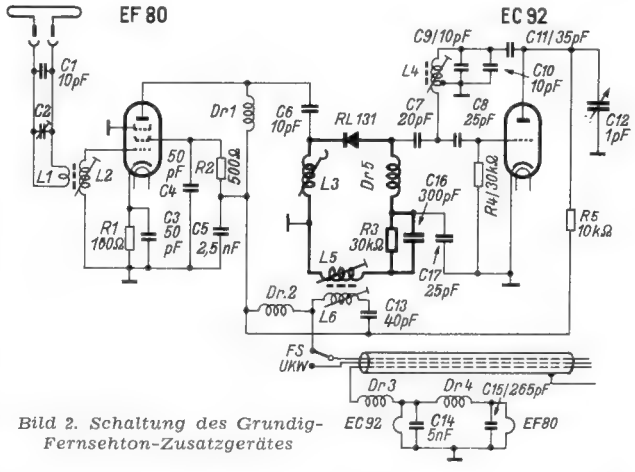


Bild 2. Schaltung des Grundig-Fernsehton-Zusatzgerätes

Schaltung. Die Triode EC 92 ist als Dreipunktoszillator mit der angezapften Spule L 4 und den frequenzbestimmenden Kondensatoren C 9, C 10 und C 12 geschaltet, wobei die stufenweise Abstimmung der Spule die Einstellung des Kanals und der Drehkondensator C 12 die Feineinstellung gestatten. Über den Kondensator C 7 gelangt die Oszillatorfrequenz in den Mischkreis, aus dem die Zwischenfrequenz von 10,7 MHz durch die Spulen L 5 und L 6 ausgekoppelt wird. Der Widerstand R 3 und der Kondensator C 16 sorgen für geringe Vorspannung der Kristalldiode.

Das von dem Zusatzgerät gelieferte Zf-Signal gelangt über eine Abschirmleitung zum Eingang des Zf-Teils des angeschlossenen Empfängers. Der Fernsehton wird nach Betätigung der UKW-Taste des Empfängers gehört, wobei die Wahl zwischen UKW und Fernsehton durch den Schalter FS-UKW am Ausgang des Zusatzgerätes erfolgt[2]).

Das beschriebene Fernsehton-Zusatzgerät gestattet Einstellung auf die Fernsehkanäle 5 bis 11. Die Umschaltung erfolgt in der Art der Netzspannungswähler mit Drehscheibe nach Lösen einer Schraube. Zusammen mit der UKW-Abstimmung des Empfängers wird alsdann nur noch die Feinabstimmung durch den Kondensator C 12 betätigt.

Von der Leistungsfähigkeit des Fernsehton-Zusatzgerätes macht man sich ein falsches Bild, wenn man als Vergleich einen Fernsehempfänger heranzieht, der in der Regel eine weitaus größere Zahl von Röhren vor dem Eingang des Ton-Zf-Kanals besitzt. Man muß nämlich in Betracht ziehen, daß beim Fernsehempfänger Breitbandverstärkung notwendig ist, die Bild- und Tonkanal umfaßt. Soll aber lediglich der Ton empfangen werden, so genügt die Verstärkung eines ungleich schmäleren Frequenzbandes um die Frequenz des Tonträgers herum. Dieses schmale Band läßt sich aber mit viel geringerem Röhrenaufwand wirksam verstärken.

Geradezu erstaunlich ist beim Fernsehton-Zusatzgerät mit Diodenmischung das geringe Rauschen. Aus der Erfahrung mit Fernseh- und UKW-Empfängern pflegt man das Arbeiten eines Gerätes nach dem Rauschen zwischen den Sendereinstellungen zu beurteilen. Im Vergleich dazu weist die Diodenmischung überhaupt kein Rauschen auf; man muß sich erst daran gewöhnen, daß das Gerät trotzdem in Ordnung ist.

[2]) S. a. FUNKSCHAU 1954, H. 12, S. 241 u. 242.

Zusatzteile für das Mehrzweckprüfgerät

Für das in der FUNKSCHAU 1954, Heft 2, Seite 32, beschriebene Mehrzweckprüfgerät wurden nachträglich noch zwei Steckspulen für den Tastkopf angefertigt.

Bild 1 zeigt eine Abtastspule für Hf-Kreise, **Bild 2** eine Abtastspule für Niederfrequenz. Die Anfertigung dieser beiden Teile ist sehr einfach. Für die Nf-Tastspule wird auf einen 100 mm langen und 4 mm starken Eisenstift auf eine Länge von 80 mm ein M-4-Gewinde geschnitten. Die restlichen 20 mm werden als Stecker ausgebildet. Dann wird die untere Mutter aufgeschraubt, der untere Hartpapierflansch aufgeschoben und über das Gewinde ein Isolierschlauch gezogen. Auf das obere Ende kommt der zweite Flansch und darauf wieder eine Mutter.

Der so hergestellte Wickelkörper wird mit Kupferlackdraht 0,08 bis 0,1 mm bewickelt. Je feineren Draht man verwendet, desto mehr Windungen können aufgewickelt werden und um so besser wird die Empfindlichkeit. Der Anfang der Wicklung wird an die untere Mutter angelötet, das Ende der Wicklung kommt an die 4-mm-Buchse. Die Wicklung wird durch einige Lagen Isolierpapier vor Beschädigung geschützt.

Die Anfertigung der anderen Spule für Hochfrequenz bereitet etwas mehr Arbeit, ist aber auch nicht schwierig. Der Wickelkörper wird aus drei 1,5 mm starken Hartpapierteilen mit Alleskleber zusammengeklebt. In den Wickelraum werden 50 Windungen feine Hf-Litze (5×0,05 oder 7×0,05) hineingewickelt. Der Steckerteil stellt einen Kondensator dar. Er wird genau so angefertigt, wie die bei der Beschreibung des Mehrzweckprüfgerätes erwähnte Kondensatorprüfspitze. In das obere Ende des äußeren Röhrchens wird eine passende Buchse mit einem 3-mm-Gewinde eingelötet. Darauf wird mit Hilfe eines 1,5 mm starken Aluminiumblechwinkels der Wikkelkörper am Steckerteil befestigt. Ein

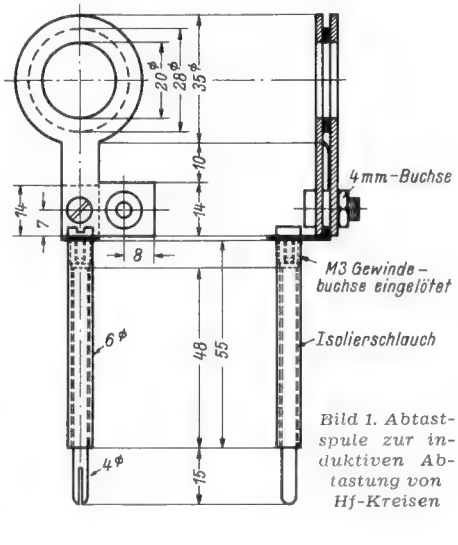


Bild 1. Abtastspule zur induktiven Abtastung von Hf-Kreisen

Ende der Wicklung wird an den Blechwinkel, das andere Ende an die 4-mm-Buchse angeschlossen.

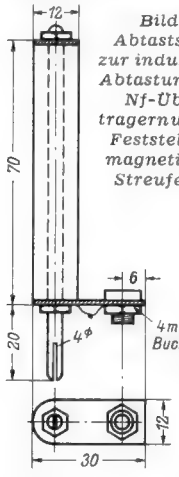


Bild 2. Abtastspule zur induktiven Abtastung von Nf-Übertragernundzur Feststellung magnetischer Streufelder

Mit der Abtastspule nach Bild 2 können Nf-Zwischenübertrager u. Ausgangsübertrager geprüft werden. Die Spule wird auf den Tastkopf gesteckt und der Masseanschluß des Tastkopfes mit der Buchse der Spule verbunden. Die Spule braucht dann nur dem zu prüfenden Übertrager genähert werden. Ebenso lassen sich mit der Spule magnetische Streufelder feststellen, denn die Empfindlichkeit ist sehr hoch. Das Streufeld eines Netztransformators ist in einer Entfernung von etwa 0,5 m noch gut festzustellen, wenn ein Kopfhörer benutzt wird. Das Magische Auge zeigt diese geringe Spannung nicht mehr an. Wenn die Ausgangsspannung des Tastkopfes einem empfindlichen Nf-Verstärker zugeführt wird, läßt sich die Empfindlichkeit sehr stark steigern.

Mit der Hf-Abtastspule (Bild 1) können Schwingkreise, wie Eingangs- und Zf-Kreise, angetastet werden. Man hat dadurch den Vorteil, daß durch lose Kopplung die Verstimmung des Kreises sehr gering gehalten werden kann.

J. Hafenmayer

Schmalfilmkamera synchronisiert das Magnettonband

Für Reportagezwecke, für Film- und Fernsehwochenschauen kann man unmöglich mit schweren Ateliereinrichtungen für bildsynchrone Tonaufnahme arbeiten. Man verwendet deswegen leicht zu handhabende Schmalfilmkameras und Magnetton-Koffergeräte. Das nachträgliche Synchronisieren ist aber hierbei sehr schwierig. Geringe unvermeidliche Drehzahlschwankungen der Kamera, des Projektions- oder des Tonbandgerätes können die Wiedergabe des Filmes erheblich beeinträchtigen.

Ein sehr elegantes Verfahren zur einwandfreien Synchronisierung wurde von der Maihak AG, Hamburg, durchgebildet. Hierbei wird an die Filmkamera ein kleiner Generator angeflanscht und starr mit dem Antrieb des Filmtransportes gekuppelt. Dieser Generator erzeugt in Abhängigkeit von der Laufgeschwindigkeit des Filmbandes eine Steuerfrequenz (Pilotfrequenz) von etwa 50 Hz.

Diese Pilotfrequenz wird über ein Kabel dem am Tonbandgerät zusätzlich angebrachten „Pilotkopf" zugeführt. Dieser Sprechkopf ist so ausgebildet, daß er das Tonband quer zur eigentlichen Tonmodulation im Takte der Pilotfrequenz magnetisiert. Die auf dem Tonband aufgenommene Pilotfrequenz ist bei der Wiedergabe nicht zu hören, und sie beeinflußt auch die Tonaufzeichnung nicht. Sie wird jedoch beim Abspielen des Bandes durch den Pilotkopf getrennt abgenommen und einem Spezialverstärker Type MMS 1 zugeführt. Er erzeugt in einer Gegentakt-Thyratron-Endstufe mit zwei Röhren PL 17 eine Wechselstromleistung bis zu 170 W. Mit dieser verstärkten Pilotspannung wird der Synchronmotor des Bildprojektors angetrieben. Zwangsläufig wird damit die Drehzahl vom Tonband aus synchronisiert. Auch das Ein- und Ausschalten des Projektors erfolgt automatisch durch Beginn und Ende des Pilottones auf dem Magnetband, denn in dem Augenblick, in dem der Ton wegbleibt, liefert der Verstärker auch keine Spannung mehr zum Betrieb des Projektors.

Das Verfahren besitzt den großen Vorteil, daß sich beliebige Kameras und Tonbandgeräte, also z. B. Kameras mit Batteriebetrieb und Reportage-Tonbandgeräte mit Federtriebwerk, nachträglich damit ausrüsten lassen, ohne die Funktion zu beeinträchtigen. So besteht auch grundsätzlich die Möglichkeit, Amateurfilmgeräte und Heimtongeräte in dieser Weise elektrisch zu kuppeln. Bei den Zweispur-Tonbandgeräten könnte man den Pilotton auf die zweite Spur schreiben, wodurch das Verfahren noch einfacher und betriebssicherer wird.

Für die Wiedergabe von Reportagen über einen Fernsehsender ist man an die Bildwechselzahl des Taktgebers gebunden. Hier ist deshalb ein Zwischenprozeß notwendig. Dabei wird die mit dem Koffergerät aufgenommene Tonaufnahme zunächst auf ein Studiogerät umgespielt, dessen Antriebsmotor über einen von der Pilotfrequenz modulierten Verstärker gespeist wird. Jetzt können Filmprojektor und das Gerät mit dem neuen Tonband aus einer gemeinsamen Wechselstromquelle betrieben werden. Sie sind dann wieder absolut im Gleichlauf.

Das Verfahren hat sich bereits bei der italienischen Sendegesellschaft RAI und im Fernsehbetrieb des NWDR für Wochenschauen gut bewährt.

(Literatur: Radio-Mentor 1953, Heft 8)

Von der „Flasche" zum Stabmikrofon

Für höchste Ansprüche an Wiedergabequalität behaupten auch heute noch Kondensatormikrofone ihre Stellung. Sie haben sich dabei von der schwerfälligen „Mikrofonflasche" zum kleinen und leichten Stabmikrofon entwickelt, das in Fernseh- und Filmstudios, bei der Übertragung aus Konzertsälen und Theatern, am Rednerpult und für Reportagezwecke unauffällig und leicht beweglich zur Stelle ist. Von diesen Mikrofonen wird ferner neben mechanischer Widerstandsfähigkeit verlangt, daß die Membranen die höheren Temperaturen in Film- und Fernsehstudios vertragen, was bisweilen bei Kunststoff-Membranen nicht der Fall war.

Eine Neuentwicklung des NWDR trägt allen diesen Bedingungen Rechnung. In einem rohrförmigen Körper von nur 18 mm Durchmesser und 75 mm Länge sind die Mikrofonkapsel mit einer neuartigen dünnen korrosionsfesten Metallfolien-Membran sowie eine rauscharme Mikrofon-Verstärkerröhre Typ MSC 2 untergebracht **(Bild 1).** Alle anderen platzraubenden Einzelteile des Verstärkers einschließlich des Übertragers sind in einer getrennten Baueinheit zusammengefaßt **(Bild 2),** die räumlich vom Mikrofon getrennt ist und daher aus dem Blickfeld verschwindet. So gelang es, die Abmessungen des eigentlichen Mikrofons extrem niedrig zu halten.

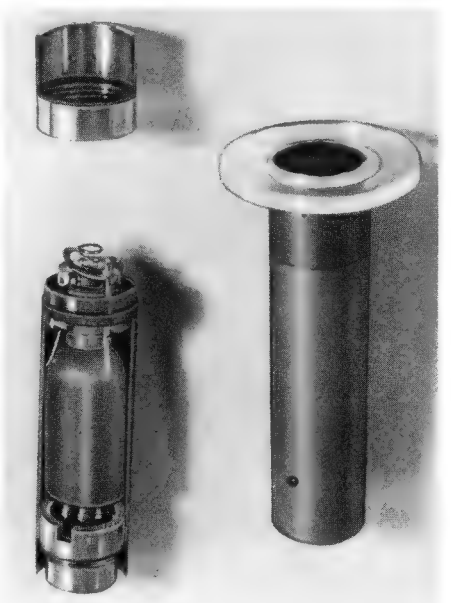


Bild 1. Aufbau des Kondensatormikrofons der Hiller KG

Die Fertigung dieser Mikrofone und der zugehörigen Verstärkerröhren MSC 2 wurde von der Firma Albert Hiller KG in Hamburg-Eidelstedt übernommen. Gefertigt werden drei Ausführungen, die Type M 59 mit Nierencharakteristik und die Type M 60 mit Kugelcharakteristik, und neuerdings ein Reportermikrofon M 58 zum Anschluß an tragbare Reportage-Tonbandgeräte. Im M 58 wird die Röhre MSC 1,4 mit 1,4 V Heizspannung verwendet.

Beim Mikrofon M 59 wird die in Achsrichtung liegende Richtcharakteristik dadurch gewonnen, daß der Schall zusätzlich durch einen in der Kappe des Mikrofons befindlichen Lochkranz auf die Rückseite der Membran geführt wird. Durch eine auf die Stirnfläche aufsteckbare Plexiglasscheibe wird ein akustischer Umweg zwischen dem auf die Vorder- und die Rückseite der Membran wirkenden Druck hergestellt. Dieser Umweg zusammen mit dem phasendrehenden Glied in der Kapsel bewirkt auf der Rückseite des Mikrofons eine Schall-Abschattung um mindestens 25 db. Durch Entfernen der Umwegscheibe läßt sich die Abschattung auf etwa 6 db verringern.

Bei beiden Mikrofontypen ist der Frequenzgang zwischen 40 und 15 000 Hz praktisch geradlinig. Der Ausgangswiderstand beträgt je 200 Ω bei 1000 Hz, der Klirrfaktor ist kleiner als 1%. Die Empfindlichkeit der Type M 59 beträgt etwa 0,7 mV je µbar, beim M 60 1,1 mV je µbar.

An Zubehör werden geliefert: Tisch- und Bodenstative mit in den Gußfuß eingebauten Schaltelementen des Vorverstärkers sowie Kupplungen, Kabel, Halter, Schutzkappen gegen Windeinflüsse u. ein Netzgerät zur Stromversorgung der Mikrofone aus dem Wechselstromnetz.

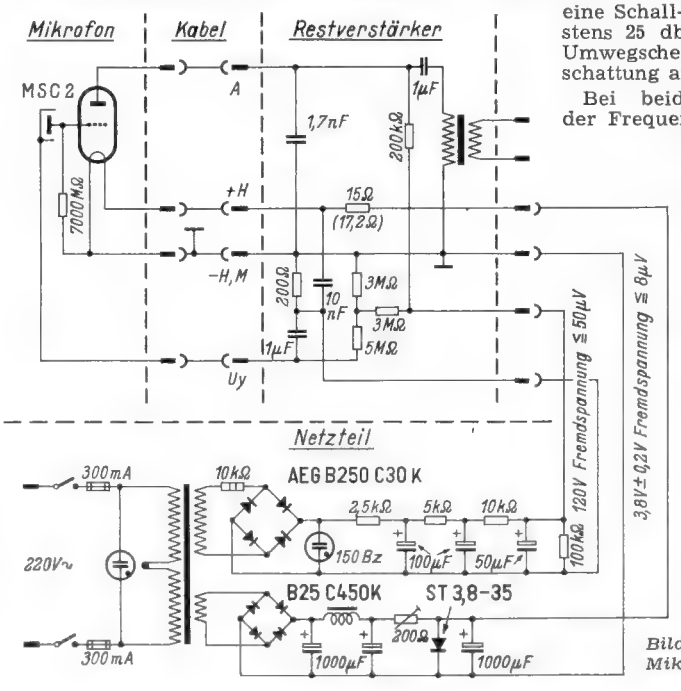


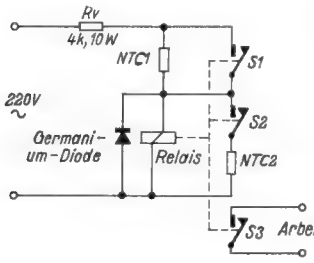
Bild 2. Aufteilung des Mikrofonverstärkers

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Impulsgeber mit NTC-Widerständen

Dieses sehr einfach aufzubauende Gerät stellt ein gutes Hilfsmittel für manche Dauerversuche und für besondere Schaufenster-Effekte des fortschrittlichen Fachhändlers dar.

Zur Erzielung von Schaufenster-Lichteffekten, für Blinklichtschaltungen, für die fortlaufende kurzzeitige Einschaltung von Tonbandgeräten mit Werbetexten oder anderer beweglicher Modelle und für viele ähnliche Zwecke benötigt man einen möglichst einfachen Impulsgeber, der die betreffende Vorrichtung in periodischer Folge kurzzeitig einschaltet. Für diesen Zweck ist die nachfolgend beschriebene Impulsgeberschaltung geeignet, die auf Impulsfolgen und Schaltzeiten zwischen 0,5 und 2 Minuten eingestellt werden kann. Dieses Gerät ist überall dort verwendbar, wo es auf die genaue Einhaltung einer bestimmten Schaltzeit nicht ankommt.



Impulsgeber für Schaltzeiten von 0,5 bis 2 Minuten

Schaltung

Der entsprechend dem **Schaltbild** aufgebaute Impulsgeber ist für den Anschluß an das 220-V-Wechselstromnetz geeignet. Ein Gleichstromrelais mit drei Arbeitskontakten liegt in Reihe mit einem NTC-Widerstand NTC 1 und einem Vorwiderstand Rv an der Netzspannung. Parallel zum Relais liegen die zur Gleichrichtung dienende Kristalldiode und ein zweiter NTC-Widerstand NTC 2. Das Relais soll auf einem Strom von 20...30 mA ansprechen (Abgleich eventuell durch Serien- und Parallelwiderstände).

Als NTC-Widerstände wurden die Valvo-Typen 100 026/01 für 100 mA verwendet. Auch die 300-mA-Type 100 102 erwies sich für diesen Zweck als geeignet.

Arbeitsprinzip

Wird das Gerät eingeschaltet, so verringert der durch den Heißleiter NTC 1 fließende Strom dessen hohen Kaltwiderstand solange, bis der Relaisanker anzieht. In diesem Augenblick wird NTC 1 durch Kontakt S 1 kurzgeschlossen und NTC 2 wird durch Kontakt S 2 parallel zum Relais geschaltet. Der nun durch NTC 2 fließende Strom verringert dessen Widerstand und läßt dadurch die am Relais liegende Spannung zusammenbrechen, so daß der Relaisanker schließlich wieder abfällt. Inzwischen hat sich der Widerstand des stromlosen NTC 1 wieder erhöht, so daß das Relais nach Öffnen des Kontaktes S 1 erst nach einiger Zeit wieder genügend Strom erhält, damit der Anker wieder anziehen kann. Dieser Vorgang wiederholt sich dann periodisch in der gleichen Weise.

Die Einweggleichrichtung mit der Kristalldiode ergibt einen durch das Relais fließenden pulsierenden Gleichstrom. Dadurch ist die Anzugsspannung fast gleich der Abfallspannung, so daß ein „Kleben" des Relaisankers nicht auftritt.

Mit den am Relais vorhandenen Kontakt S 3 kann dann ein Arbeitsstromkreis direkt oder über ein zweites Relais mit stärkerer Kontaktbelastung geschaltet werden.

Die Schaltzeiten des Impulsgebers sind sehr stark vom Aufbau der Schaltung abhängig und können durch Justierung des Widerstandes Rv (Richtwert 4 kΩ) in gewissen Grenzen geändert werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß der mittlere Gleichstrom den Wert von 50 mA nicht übersteigt, weil sonst die Kristalldiode überlastet wird. Da die Erwärmungszeit von NTC 1 die Einschaltdauer, d. h. die Impulsfolge, und die Erwärmungszeit von NTC 2 die Schaltdauer des Arbeitskreises bestimmen, so kann man durch mehr oder weniger gute Wärmeisolation eines oder beider NTC-Widerstände diese Zeiten ebenfalls verändern.

Die am Relais in der Sperrphase der Kristalldiode auftretende Spannung darf bei Verwendung der Valvo-Germanium-Dioden OA 53 oder OA 55 höchstens 100 V betragen. Bei der OA 50 wäre dagegen nur eine max. Sperrspannung von 50 V zulässig. Die Messung dieser Spannung kann entweder bei abgeschalteter Diode erfolgen (max. 70 V_{eff}) oder bei angeschlossener Diode mit einem Gleichstrom-Mittelwertanzeiger (max. 32 V). Anstelle der Germaniumdioden können natürlich auch kleine Trockengleichrichter verwendet werden.

G. Lenitz, Wien

Als Relais für die vorstehende Schaltung kommen z. B. in Frage:

Type KR der Fa. Franz Baumgartner, Köln-Niel, Bremerhaver Straße;

Flachrelais der Fa. Metrofunk, Berlin W 35, Potsdamer Str. 130.

Bei Bestellung ist genau der Verwendungszweck und die Kontaktbestückung anzugeben.

NOCH BESSER – NOCH SCHÖNER!

BLAUPUNKT FERNSEHER 1955

Wohl gerüstet mit den nebenstehend abgebildeten Fernsehempfängern bringt BLAUPUNKT für die Saison 1955 eine Reihe hervorragender Geräte als Weiterentwicklung bereits bekannter, ausgezeichnet bewährter Fernsehempfänger.

Die Tischgeräte MALTA (mit 43 cm Bildschirm) und SEVILLA (mit 53 cm Bildschirm) sind jedes in seiner Klasse von überragender Bild- und Ton-Qualität und sie besitzen die allen BLAUPUNKT-Fernsehern eigene Bildstabilität und ungewöhnlichen

BLAUPUNKT-FERNSEHER DIE ÜBERALL FREUDE MACHEN

Die Funkwerkstatt im Wohnzimmer

Den Aufsatz „Raum ist in der kleinsten Hütte“ in der FUNKSCHAU 1954, Heft 13, Seite 262, habe ich mit Interesse gelesen und fühlte mich von diesem Thema sehr angesprochen. Ich gehöre auch zu den „Bastlern auf Lebenszeit“ und ich kann die geschilderten Nöte gut verstehen, zumal mir statt einer Funkbude ebenfalls nur das Wohnzimmer zur Verfügung steht. Trotzdem habe ich mit meiner Frau niemals Streit wegen umherliegender Teile usw.

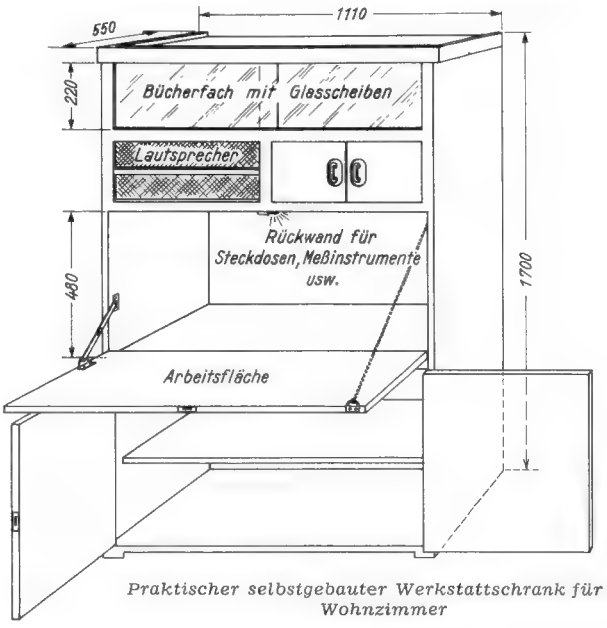
Voraussetzung hierfür war ein Arbeitsplatz, der die Ordnung im Haushalt und den Stil der Wohnung nicht stört. Ich baute mir selbst einen Schrank, 110 cm breit, 170 cm hoch und 50 cm tief, der eine Klappe wie ein Schreibschrank besitzt **(Bild)**. Zum Bau verwendete ich 20 mm starke, gefalzte und gehobelte Bretter. Die Türen sind außen aus Sperrholz, innen mit Hartfaserplatte belegt; dazwischen sind Leisten geleimt. Für die Rückwand wurde aus Preisgründen ebenfalls Hartfaserplatte verwendet. Das Bücherfach — oben — ist durch verschiebbare Glasscheiben verschlossen, die in genuteten Leisten laufen und sich in der Mitte um einige Zentimeter überlappen. Darunter habe ich links einen kleinen 4-W-Lautsprecher montiert. Rechts davon ist ein kleines Fach, in dem sich gut zwei flache Schubkästen für Kleinteile unterbringen lassen. Die Klappe ist mit einem Scharnierband befestigt und wird auf einer Seite durch eine dünne, aber kräftige Hundekette in der Waagerechten gehalten. Die im Möbelbau hierfür üblichen Winkelspreizen sind mit Holzschrauben zu befestigen, die meist nach einiger Zeit ausreißen, wenn die Platte stark belastet wird. Die verchromte Kette sieht auch nicht häßlich aus, sie hält aber die Platte sicher fest, auch wenn etwas schwere Rundfunkgeräte oder Verstärker darauf stehen. Als Beleuchtung wählte ich ein 40-W-Nählicht, das vorn an der Oberkante des Faches befestigt ist.

Die Schalttafel an der Rückwand erstreckt sich über die ganze Breite des Faches und bietet bei 15 × 105 cm genügend Platz. Als Steckdosen sind, wegen des gefälligen Aussehens, solche für „Unter-Putz-Montage“ vorteilhafter.

Ist die Klappe offen, dann ergibt sich ein genügend großer Arbeitstisch. An der Rückwand des offenen Faches sind Steckdosen, Schalter, Meßgerät usw. auf einer Tafel angebracht, sie liegen somit stets in Reichweite und im Blickfeld. Das Fach selbst bietet ausreichend Raum für halbfertige Geräte, Versuchsaufbauten usw., die nach Beendigung der Arbeit nicht erst in Schränken oder Kisten verstaut werden müssen. In das Fach ist eine Beleuchtung eingebaut, und die Stromzuführung für alles erfolgt über ein durch die Rückwand geführtes Gummikabel von der nächsten Steckdose aus. So gibt es keine zahlreichen umherhängenden Leitungen. — Lötkolben usw. werden im Schrank angeschlossen.

Im unteren Teil des Schrankes befinden sich Fächer, die nicht nur Einzelteile und Werkzeug aufnehmen, sondern auch Platz für anderes „persönliches Eigentum“ bieten. Oben ist ein Bücherfach, das hinter Glasscheiben die Fachliteratur beherbergt. Türen und Klappe verhindern in verschlossenem Zustand die Entwendung oder Benutzung der „Kostbarkeiten“, und ein fremder Besucher sieht nur einen geschlossenen Bücherschrank, ohne zu ahnen, welchen Zwecken das Möbel am Abend dient.

Dieser Werkstattschrank reicht für die meisten Arbeiten aus, er ist für mich unentbehrlich geworden. Ein solcher Schrank kann in Größe, Form und Farbe der übrigen Zimmereinrichtung angepaßt werden und spart viel Ärger mit der „funkfeindlichen Welt“. Die Ausstattung kann den Erfordernissen des Einzelnen entsprechen. Nicht jeder wird sich allerdings mit der Tischlerei befassen können und ein fertiger Schreibschrank ist nicht billig. Schließlich sind aber oftmals irgendwelche Schränke auf dem Dachboden vorhanden, die sich für wenig Geld für diesen Zweck herrichten lassen. Alfred Kroemer



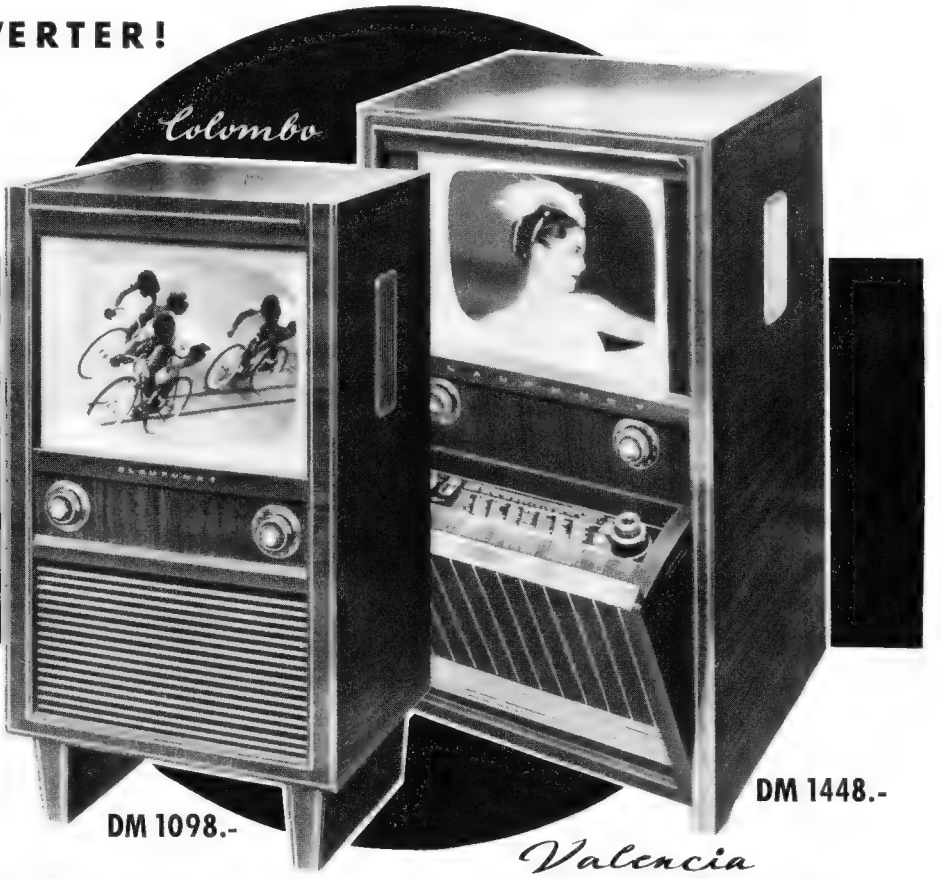
Praktischer selbstgebauter Werkstattschrank für das Wohnzimmer

UND NOCH PREISWERTER!

Kontrastreichtum. Beide Geräte haben zusätzlich zu dem Sopran-Regler noch einen Baß-Regler erhalten, um eine bessere Anpassung an die Raum-Akustik zu ermöglichen.

Von auffallend schöner Gestaltung ist die Fernseh-Truhe COLOMBO mit ihrem raumfüllenden 3 D-Ton, der den Fernsehempfang auch für den musikalisch Anspruchvollsten zu einem großen Erlebnis macht. Ebenso wie die Kombi-Truhe VALENCIA, die sich wegen des eingebauten Rundfunkempfängers größter Beliebtheit erfreut, kann auch diese Truhe mit einer versenkbaren Klappe geschlossen werden.

BLAUPUNKT-WERKE GMBH



FERNSEHER DIE KUNDEN ZUFRIEDEN MACHEN!

Neuerungen

Präzisions-Kleinstmotore kleinster Bauart mit Durchmessern von 20 bis 50 mm werden als Gleichstrom-Permanent-Magnetmotore, als Induktionsmotore, mit induktiver und kapazitiver Hilfsphase, für Links- u. Rechtslauf, als Universalmotore und als Getriebemotore gefertigt. Die Firma stellt auch Synchron-Motoren kleiner Bauart her und bereitet die Fertigung von Ferraris-Motoren vor. Hersteller: Christian Dunker, Oberbreisig/Rheinland.

Stütz- und Lötösenstreifen mit Keramikisolation. Für Meßgeräte und für Fernsehgeräte, bei denen höchste Isolationssicherheit oder Spannungsfestigkeit gefordert wird, verwendet man zweckmäßig keramisches Isolationsmaterial. Die in **Bild 1** dargestellten Stützpunkt-Isolatoren mit Gewindezapfen lassen sich einfach befestigen. Die Lötösen selbst sind voneinander isoliert, je nach ihrer Zahl lassen sich damit viele

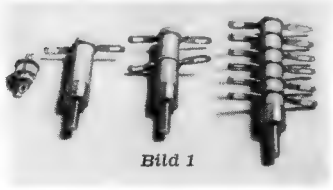


Bild 1

Verbindungen herstellen, sowie Kondensatoren und Widerstände sicher befestigen. Die Lötösen können auch fächerförmig gegeneinander verdreht werden. Links in Bild 1 ist eine isolierte Durchführung zu sehen, die sich einfach in ein Loch des Chassis einpressen läßt.

Auch die keramischen Lötösenstreifen **(Bild 2)** können mit Hilfe der Gewindezapfen fest und sicher an Spulentragplatten, Grundplatten usw. angeschraubt werden. Hersteller: Klar & Beilschmidt, Landshut/Bay.

Zeitschalter. Eigentlich für Starkstromzwecke gedacht (Waschmaschinen, Elektroherde usw.), dürften diese Zeitschalter auch in der

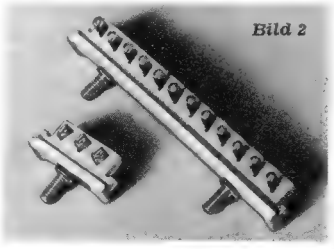
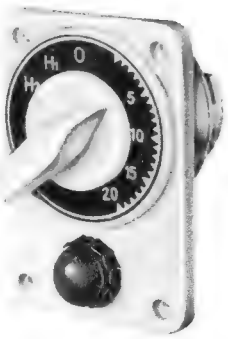


Bild 2

Rundfunkwerkstatt recht vorteilhaft zu verwenden sein. Wie oft laufen nicht Meßsender, Oszillografen, Lötkolben usw., die nur kurzzeitig gebraucht wurden, den ganzen Tag über, weil versehen wurde, sie wieder auszuschalten. Führt man auf der Schalttafel einige Steckdosen über diese Zeitschalter, die für Laufzeiten von max. 4, 10 und 20 Minuten hergestellt werden, dann wird automatisch nach dieser Zeit das Gerät abgeschaltet. Durch eine Rutschkupplung ist aber auch jederzeit das Zurückschalten möglich. Für Dauerbetrieb sind ferner in Linksstellung des Knebels



(Bild) ein bis drei gerastete Schaltstellungen für mehrere Stromkreise vorhanden. Hersteller: W. Holzer & Co, Meersburg/Bodensee.

AEG-Spaltpol-Motor. Für Plattenspieler, Plattenwechsler, Diktiergeräte, zum Antrieb elektrischer Rechen- u. Schreibmaschinen usw. wurde unter der Bezeichnung Spaltpol-Motore eine

Reihe von Einphasen-Wechselstrommotoren entwickelt. Sie zeichnen sich durch geringen Platzbedarf, ruhigen Lauf, Störfreiheit und hohe Betriebssicherheit aus. Die kleinen Typen ab 1,6 W sind in Einbauform ausgeführt **(Bild)**. Die größeren mit Leistungen bis 125 W ähneln den bekannten Drehstrommotoren. Hersteller: AEG, Berlin und Frankfurt/Main.

Reflecta 2 und Reflecta 4. Die bisherigen Breitband-Reflektor-Antennen für Band III wurden durch starke Dipolleiter und Isolierstücke sowie durch Anpaßleitungen mit großem Querschnitt noch stabiler und wetterbeständiger gemacht. Die zusammenrollbare Reflektorwand **(Bild)** die zur Montage nur an zwei Abstandshaltern eingehängt zu werden braucht, ist unverändert beibehalten worden.

Technische Daten:

Typ	Gewinn	Mittl. Vor-Rück-Verhältnis
Reflecta 2	9 db	9 : 1
Reflecta 4	12 db	9 : 1

Hersteller: Anton Kathrein, Rosenheim/Obb.

Vier Farbtöne bei Gehäusen. Heimempfänger, Musiktruhen und Fernsehgeräte der Loewe-Opta AG werden in vier Holzfarbtönen geliefert und zwar in Natur (Rüster), Hellbraun, Mittelbraun und Dunkelbraun. Auf besonderen Wunsch können alle Geräte auch roh geliefert werden, um dem Kunden die Möglichkeit zu geben, den Farbton seinen Möbeln harmonisch anzupassen. Loewe-Opta, Berlin und Kronach.

Werks-Veröffentlichungen

Die besprochenen Schriften bitten wir ausschließlich bei den angegebenen Firmen anzufordern; sie werden an Interessenten bei Bezugnahme auf die FUNKSCHAU kostenlos abgegeben.

Papst - Außenläufer - Motoren. Auf sechs Seiten im DIN-A-4-Format werden Auszüge aus dem umfangreichen Fertigungsprogramm mit Abmessungen und Skizzen der gangbarsten Wellenenden, Flanschausführungen usw. gegeben. Die zugehörige Typenliste X 53 enthält außerdem die Daten zahlreicher Ausführungen. Außenläufer-Motoren sind vor allem als Spezialmotoren für Tonbandgeräte bekannt (Papst-Motoren KG, St. Georgen/Schwarzwald).

Steeg & Reuter-Kristallmikrofone. Vom Handmikrofon für Fahrzeug- und Funksprechanlagen über Tischmikrofone bis zum Bühnenstativ erstreckt sich das in diesem Fachblatt aufgeführte Fertigungsprogramm. Die zugehörige Preisliste Ela Nr. 5 führt außerdem das gesamte Zubehör, wie Kabel, Kupplungen und auch Mikrofonkapseln für Einbauzwecke auf (Hermann Reuter, Bad Homburg vdH., Postfach 243)

Kathrein-Sammelliste 1954 / 55. Die neue Sammelliste enthält wieder — übersichtlich angeordnet — das gesamte Antennen- u. Zubehör-Programm und gibt wertvolle Hinweise für die Anwendung. Hervorzuheben ist das vollkommen neue, auf den modernsten Erkenntnissen aufgebaute UKW- und Fernsehantennen-Programm (Anton Kathrein, Rosenheim/Obb.).

Grundig-Stenorette, Sonderausgabe der Grundig-Hausmitteilungen. — Zweck, Vorteile, technische Eigenschaften und Zubehör des zu dem ungewöhnlich niedrigen Preis von 296 DM herausgebrachten Diktiergerätes werden in dieser Druckschrift — unterstützt durch gute Abbildungen — ausführlich beschrieben (Grundig-Radiowerke, Fürth/Bay.).

Neue Dreipunkt-Bauteile. Auf sechs Seiten im DIN A 5-Format wird mit Abbildungen, Daten und Preisen ein ausgewähltes Programm an Spulensätzen und Bausteinen für den Selbstbau geboten. Besonders hingewiesen sei auf ein Drucktasten-Aggregat, eine Empfängerskala und auf den UKW-Einbausuper „Zwerg" (Dreipunkt-Gerätebau, Nürnberg-O.).

Der **Telo-Informator.** Für den Elektro- u. Rundfunk-Fachmann erscheint in zwangloser Folge dieses Mitteilungsblatt über die Antennentechnik. Es wird für Werkskunden und für die Fachwelt kostenlos abgegeben (Telo-Antennenfabrik, Sandvoss & Co, Hamburg-Wandsbek).

Selengleichrichter. Fast ein kleines Handbuch der Gleichrichtertechnik stellt diese Preisliste SR 1 dar, in der Eigenschaften und Schaltungsarten von Selengleichrichtern erläutert und zahlreiche Ausführungsformen aufgezählt werden (Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen).

Der Franzis-Verlag teilt mit

Unsere Verlagsmitteilungen im neuen Jahr können wir mit einigen Hinweisen auf Neuerscheinungen beginnen, deren erste Lieferungen wir bereits aus der Buchbinderei erhielten, so daß wir auch unsere Kunden sofort bedienen können. Es erschienen:

1. Der Weg zum Patent. Ein neues Technikus-Buch von Dipl.-Ing. Helmut Pitsch. Das Wichtigste für die Anmeldung eines Patentes, Gebrauchsmusters, Warenzeichens und Geschmackmusters und für das Verfahren vor dem Patentamt in leicht verständlicher Darstellung. — Das Buch enthält u. a. genaue Anleitungen für die verschiedenen Anträge, Beispiele für den Schriftverkehr mit dem Patentamt, Beispiele für die Ausarbeitung der Patentbeschreibung und dgl. mehr. Es entnimmt seine Beispiele der Radiotechnik und eignet sich damit hervorragend für unsere Leser. — Das Buch erschien als Nr. 6 der „Technikus-Bücherei". 96 Seiten Umfang im lackierten mehrfarbigen Umschlag mit Leinenrücken, **Preis 2.20 DM.**

2. So gleicht der Praktiker ab. Leitsätze für das Abgleichen von Rundfunk-Empfängern (AM- und FM-Geräte) von Ingenieur Otto Limann. 2. und 3. Auflage. 64 Seiten mit 45 Bildern und zahlreichen Tabellen, **Preis 1.40 DM.** — Die große Nachfrage nach dem Abgleichbuch von Limann hat uns veranlaßt, die Neuauflage im Rahmen der „Radio-Praktiker-Bücherei" herauszubringen. Trotz der Erweiterung auf UKW-FM-Geräte kostet sie damit weniger als die Hälfte der bisherigen Ausgabe. Damit kann diese Abgleich-Anweisung, die neutral ist und damit auf alle Gerätetypen zutrifft, für jeden Arbeitsplatz der Werkstatt beschafft werden, und jeder Lehrling kann sie sich kaufen. Bitte merken Sie: **RPB Nr. 75, So gleicht der Praktiker ab, Preis 1.40 DM.**

3. Bastelpraxis, Teil I, ist soeben erschienen. In drei Einzel-Nummern (RPB 71, 76 und 79) gibt Werner W. Diefenbach eine „Einführung in die Selbstbautechnik von Rundfunkempfängern mit vielen praktischen Beispielen und Bauanleitungen für Detektor-, Geradeaus- und Superhetempfänger". Teil I als Nr. 71 der „Radio-Praktiker-Bücherei", ist lieferbar: 64 Seiten, 50 Bilder, **Preis 1.40 DM.** Teil I enthält die Allgemeine Arbeitspraxis, d. h. das Werkzeug und den Arbeitsplatz, Auswahl und Einrichtung, Werkstoffe, handwerkliche Arbeitsverfahren (Sägen, Feilen, Körnen, Biegen, Bohren, Gewindeschneiden, Nieten, Löten, Schleifen, Polieren, Beizen), und es ist damit ein echtes Werkstatt- und Arbeitsbuch, da es Themen behandelt, über die in der Radioliteratur sonst kaum etwas zu finden ist. — Teil II erscheint übrigens im Januar 1955 Teil III einige Monate später.

4. Anfang 1955 erscheinen die weiteren RPB-Bände:

10/10a **„Magnetbandspieler-Selbstbau"** in völliger Neubearbeitung, eine Kostbarkeit für alle Tonbandfreunde,

24/25 **„Lehrgang Radiotechnik"** Teil II in Neuauflage; damit ist die kartonierte Ausgabe dieses Werkes wieder komplett lieferbar,

74 **„Einkreis-Empfänger"** — dieses vielgewünschte Buch mit einer großen Zahl von Einkreiser-Schaltungen — und einige andere.

5. Der Tonband-Amateur, Ratgeber für die Praxis mit dem Heimtongerät von Dr. Hans Knobloch ist am 20. Dezember erschienen; die Vorbesteller haben es deshalb noch vor Weihnachten bekommen, und auch Ihnen können wir es bei sofortiger Bestellung prompt liefern. 88 Seiten, 25 Bilder, **Preis 4.20 DM.** Nicht nur für das Hobby, sondern auch für die berufliche und fachliche Anwendung von Tonbandgeräten gibt das Buch Hinweise und Ratschläge. Es ermöglicht eine bessere Ausnutzung der Geräte, hilft Fehlerquellen vermeiden und trägt zur Erlangung von Tonaufnahmen unübertrefflicher Güte bei.

FRANZIS-VERLAG · München 2, Luisenstraße 17 · Postscheckkonto München 57 58

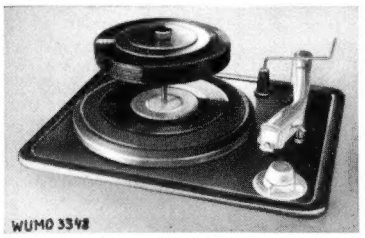
Überglücklich war ich ...

als am Heiligen Abend die ersten Fachzeitungen unter dem Weihnachtsbaum lagen; sie waren am selben Tage angekommen und meine Frau wurde etwas böse, als ich mich während der ersten Stunden in die FUNKSCHAU-Hefte vertiefte und nicht mehr zu sprechen war.

Walter Boehmer, Winnipeg, Kanada

WUMO-BERICHT AUS DER PHONOTECHNIK Nr. 11

Wir haben festgestellt, daß es noch weithin unbekannt ist, daß es Plattenwechsler gibt, auf welchen man mit einer einzigen, fest eingebauten und deshalb unverlierbaren Tragspindel alle Plattenarten und -größen spielen kann, also auch die immer beliebter werdenden 17-cm-Platten mit kleinem und großem Loch. Für die Platten mit großem Loch sind nämlich Einsätze im Handel, die dieses auf 7 mm reduzieren. Die Einsätze kosten wenige Pfennige, so daß jede Platte damit versehen werden kann.



WUMO-DOKAMIX
einen Stapel 17-cm-Platten mit der 7-mm-Tragspindel spielend

Der WUMO-Plattenwechsler spielt alle Plattenarten und -größen mit einer fest eingebauten Tragspindel und schaltet auch bei 17-cm-Platten am Schluß automatisch ab.

WUMO-APPARATEBAU G. M. B. H. - STUTTGART-ZUFFENHAUSEN

Norwegische-Seas-Qualitätslautsprecher

„BASS-SONDERKLASSE"

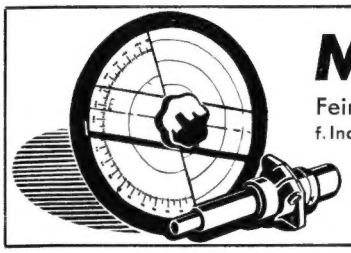
250/10 D; mit **Hochtonkegel 30-16000 Hz, 8 Watt,** ⌀ 250 mm, 10000 Gauß, 5 Ω ..... **DM 25.90**
250/10 E; 30-10000 Hz, 7 Watt, ⌀ 250 mm 10000 Gauß 4 Ω **DM 19.85**
210/8 E; 40-9000 Hz, 5 Watt, ⌀ 210 mm 10000 Gauß 4 Ω **DM 15.90**
150/6 60-9000 Hz, 3 Watt, ⌀ 150 mm 9000 Gauß 4 Ω **DM 12.90**

OVAL-LAUTSPRECHER-SEAS

157/106; 100-7500 Hz, 4 W, ⍁ 157x106 mm, 9000 Gauß, 4 Ω **DM 13.45**
212/152; 50-10000 Hz, 6 W, ⍁ 212x152 mm, 9000 Gauß, 4 Ω **DM 15.90**
261/181; 40-11000 Hz, 7 W, ⍁ 261x181 mm, 9000 Gauß, 4 Ω **DM 19.85**

Günstige Rabatte für Wiederverkäufer, ausführliche Preisliste für Handel, Bastler, Schulen und Institute kostenlos!

F. ZEMME · Import-Export · München 23 · Herzogstraße 57



MENTOR

Feintriebe und -Meßgeräte-Skalen
f. Industrie u. Amateure in Präzisionsausfhrg.

Ing. Dr. Paul Mozar
Fabrik für Feinmechanik
DÜSSELDORF, Postfach 6085

Zum Fernsehgerät-Selbstbau:

Valvo-Rechteck-Bildröhre MW 36-22 14 Zoll	**99.50**
Ablenk- und Fokussiereinheit dazu	**39.50**
Zeilenkipp-Ausgangstrafo dazu m. Hochsp.-Teil . .	**39.50**
Bildröhren-Einfassung (Gummimaske) 14 Zoll . . .	**7.90**
Duodekal-Fassung für Fernseh-Bildröhren	**1.25**
Fernseh-Bauplan „Helios" mit Montage- und Schaltplänen	**3.95**

Zuzügl. Versandspesen, Nachnahme. **TEKA · WEIDEN · OPF., Bahnhofstr. 569**

Gleichrichter

für alle Zwecke, typenmäßig und Sonderanfertigungen, **liefert in bekannter Qualität.**
Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos.

H. KUNZ, KG., Gleichrichterbau, **Berlin-Charlottenburg 4,** Giesebrechtstr. 10, Tel. 322169

ROKA

Fernsehantennen, Voraussetzung für guten Empfang

ROBERT KARST BERLIN SW 29

Sonderangebot:

	DM
KW-Drehko (keram. isoliert) 25 pF **1.60,** 50 pF **1.70,** 75 pF **1.80,** 100 pF . .	**1.90**
UKW-Drehko 2x17 pF mit Feineinstellung	**3.90**
Drehko 1x500 pF (DAU)	**1.20**
Drehko 2x500 pF	**1.50**
Drehko mit UKW-Teil 2x500 pF, 2x17 pF .	**3.90**
UKW-Bandfilter 10,7 MHz 70x35 mm ⌀ . . .	**1.40**
DKE-Spulensatz	**1.60**
DKE-Lautsprecher 180 ⌀	**2.80**
Selen 300 V/30 mA (SAF)	**1.80**
Schaltbuchse	**-.60**
UKW-Pendler (IMPERIAL) anschlußfertig mit Röhre ECF 12	**17.–**
OVAL-Lautsprecher (LORENZ) 4 W, 175x250 mm perm. dyn. o. Trafo	**11.90**
Messinstr.: 400 mA (Weicheis.) 63 mm Fl.-⌀	**5.40**
4 Amp. (Weicheis.) 63 mm Fl.-⌀	**3.50**
2 mA (Drehspul) 85 mm Fl.-⌀	**8.50**
Elko (Alubecher, Schraubverschluß): 16 MF 350/385 V **-.95,** 32 MF 350/385 V	**1.60**
8 MF 500/550 V **1.10,** 16 MF 500/550 V	**1.60**
Elko f. Fotoblitz 300 MF 550/550 V 115/55 mm ⌀	**8.90**

RADIO VÖLKNER

Braunschweig, Ernst-Amme-Str. 11

Normalquarze 100 kHz
Markenfabrikat, Sonderpreis DM 17.50

· Meßinstrumente ·
Reparatur, sorgfältig und genau, aller Systeme, spez. Vielfachinstrumente

M. HARTMUTH · Meßtechnik
Hamburg 13, Isestraße 57

Lautsprecher-Reparaturen

erstklass. Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · **Karlsruhe**
Erzbergerstraße 2a

TRANSFORMATOREN

H. K. v.

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Polarisierte Relais S & H Trls 64a

Bv 3402/1, 3402/3, 3402/5 u. 3402/6, sowie Trls 48 g, 54 a, 55 d, 57 a laufend lieferbar.
Sonderanfertigungen auf Anfrage
Ferner Flach-, Rund-, Wechselstrom- und Vakuumrelais. Größte Auswahl an Einzelteilen aller Art.
Fordern Sie bitte Lagerliste an

Radio-Scheck NÜRNBERG Inn. Laufergasse 19

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG
Tel. 2080, Bruderwöhrdstraße 12

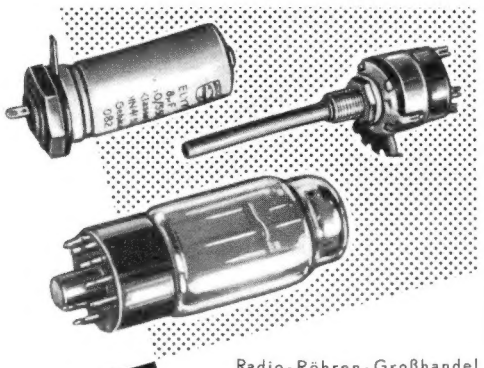
liefert zuverlässig ab Lager:

- Rundfunk- und Fernsehgeräte
- Phonogeräte und Magnetophone
- Koffer- und Autosuper, Musikschränke

und alles einschläg. Radiomaterial folg. Firmen:

Blaupunkt, Braun, Continental, Dual, Ebner, Emud, Graetz, Krefft, Loewe-Opta, Lorenz, Nora, Philips, Saba, Schaub, Siemens, Telefunken

Allen meinen Kunden viel Glück und Erfolg im neuen Jahre!



MIT KAETS BESSER GEHT'S

Radio-Röhren-Großhandel

H · KAETS

Berlin-Friedenau
Niedstraße 17
Tel. 83 22 20 · 83 30 42

RÖHREN

für Empfangs-, Sende- und alle Spezialzwecke
1500 verschiedene Typen
300000 Röhren am Lager
5000 zufriedene Kunden in aller Welt!

Für die Industrie:
DCG 4/1000 DM 9.90
DCG 5 5000 „ 29.80
Mindestabnahme DM 300.–

EXPORT - IMPORT

GERMAR WEISS

FRANKFURT-M MAINZERLANDSTR. 148

Vertretungsübernahme in Angola

PORTUGIESISCH WESTAFRIKA

für den Absatz von **RADIOAPPARATEN**

welche **speziell für Tropengebrauch** gebaut sind, gesucht.

Angebote erbeten an **QUINTAS & IRMÃO**

R. Joaquim António de Aguiar 45-1°-, Esq°-, Lisbon, Portugal

Lautsprecher und Transformatoren repariert in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER K. G.

SENDEN / Jller

Gleichrichter-Elemente

und komplette Geräte liefert

H. Kunz K. G.

Gleichrichterbau

Berlin-Charlottenburg 4

Giesebrechtstraße 10

Gesucht von mittlerem Industriebetrieb

Dipl.-Ing. oder Ing. (HTL)

f. Fertig. u. Entwickl. von Schwachstrombauelementen. Bewerber m. Erfahrung. in der Betriebsorganisat. werden bevorzugt

Techn. Zeichner

für Vorrichtungsbau der Feinmechanik

Angebote unter Nummer 5486 M

Staatliche Meisterschule für das Elektrogewerbe

Karlsruhe am Rhein · Adlerstraße 29

Am 1. 3. 1955 beginnt ein Lehrgang für

Radio- und Fernsehtechniker

Auskunft und Prospekt durch die Direktion

---

1 Million US-Röhren

Spezial-Sende- und Empfängertypen, fabrikneu, **zu günstigsten Preisen** direkt ab Lager New York sofort abzugeben. Fordern Sie ein Angebot!

WILHELM LEHRKE

Handels- u. Industrievertretungen

HAMBURG 21 · VON-AXEN-STRASSE 5

Lautsprecher Reparaturen

sämtlicher Größen und Fabrikate seit Jahren zuverlässig, preisgünstig und schnell

P. STUCKY, Schwenningen, Neckarstraße 21

Zuverlässiger Geräteschutz durch -Feinsicherungen nach DIN 41 571 und Sonderabmessungen in Glas mit vernickelten Messingkappen

J-H-G-Feinsicherungen

JOHANN HERMLE

Gosheim-Württ.

ELPHA Transformatorenbau

Neu- und Umwicklung von Drehstrom- und Einfaser-Transformat. Serienanfertigung von Klein-Transformatoren, Drosseln u. Spulen sowie Lohnauftrag

Transformatorenbau München

Beethovenstr. 3/o, Tel. 59 21 08

Den guten Vorsatz

nicht länger aufschieben! Verlangen Sie noch heute meine neue Angebotsliste zum Start in ein erfolgreiches neues Geschäftsjahr!

HENINGER · MÜNCHEN

Radioröhren-Großhandel

jetzt in den neuen Geschäftsräumen **Schillerstraße 14**

Überzählige Bestände

Elektro-Radio-Leitungen, Maschinen- u. Schiffsbedarf, nur größere Posten kauft

„ERA"-Großhandel

Hamburg 39

Forsmannstraße 10-12

Wir kaufen

Meßinstrumente, Meß- und Prüfgeräte, Registrier-Instrumente, Galvanometer, R-C-L-Normale, Fl.-Instrumente, Labor-Instrumente aller Art, auch reparaturbedürftig

Nadler Berlin-Lichterfelde

Unter den Eichen 115

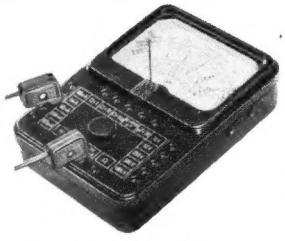
TRANSFORMATOREN

für Netz, NF-Technik u. Elektronik, Modulations- und Spezialübertrager. Neuanfertigung und Reparatur. Lautsprecherreparaturen wie bisher. Qualitätsarbeit. 20 jährige Praxis.

ING. HANS KÖNEMANN

Rundfunkmechanikermeister

HANNOVER · UBBENSTRASSE 2



Italienisches Taschen-

Universal-Meßgerät

Modell 630

für Rundfunk- und Fernsehtechniker

nur **DM 79.-** netto.

Fordern Sie Prospekt 630 an!

RADIO-RIM München 15 Bayerstr. 25/a

KLEIN-ANZEIGEN

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Wer sucht in Handel, Handwerk o. Ind. ein. **Rundfunkmech. - Mstr.**, 28 J., mit gut. Kenntn. auch in der FS-Technik. Führerschein III. Angeb. unt. Nr. 5494 W

SUCHE

Meßinstrumente, Röhr. Zubeh., Restpostenankauf, Atzertradio, Berlin SW 11

Weg. Lagerräumung z. verk.: Magnettonbänd. freitragend 1000 m auf 70 mm Kern DM 14.—, dto. auf Plexiglasspule 700 m auf Wunsch mit AEG- od. 3-Zackaufn. DM 13.—, dto. a. Plexiglasspule 180 m f. langsame Geschw. 36/19 cm DM 5.—. Zuschr. unter Nr. 5269 W

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. geg. Kasse z. kauf. gesucht. **Krüger**, München 2, Enhuberstraße 4

Radioröhr., Meßgeräte (Markenfabrik.), Meßinstr. Selengleichr. u. Platten, sowie größ. Posten Einzelteile kft. barzahlend, **Arlt Radio Versand.** Düsseldorf, **Friedrichstr. 61a**, Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 18, **Neukölln**, Karl-Marx-Str.27

Röhren-Angebote stets erwünscht. Großvertr. Hacker, Berlin - Neukölln, Silbersteinstr. 15

Kfe. Radio-Röhr. v. a. C 1, LB 6, LK 199, LS 50, RL 12, P 50, P 700, 75/15, Stabis, Morsetasten, Kopfhörer sow. Restpost. TEKA, Weiden/Opf. 188

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Suche AW 2 38/76 cm/s geg. bar. Preisgünstige Eil.-Ang. u. Nr. 5498 S

Röhren kauft Nadler, Berlin-Lichterfelde, Unter den Eichen 115

Suche Kurztrichter 20 bis 25 Watt. Ang. unt. Nr. 5495 G erb.

VERKAUFE

AEG Magnetoph. KL 15, fabrikn. 500 DM. Radio Leichtweiß, Nidda/OH.

Farvimeter, soeben fabrüberholt geg. Geb. zu verkauf. Ang. unt. Nr. 5492 H

Wisi-FS-Ant.-Verst., 4-Etag.-Ant., Tefifon u. a. m. billigst. Anfr. u. Nr. 5493 S

Engeleinankerumform. 24 V Gleichstr. auf 220 Wechselstrom, 500 VA, neuw. Bauj. 53 z. 440.-. Ang. unt. Nr. 5499 L

Multizet neu DM 65.-, gebr. DM 38.-. Zuschr. unt. Nr. 5496 D

Tonbandger. Duo-Ton, 2 Geschwindigkeiten, m/Band z. Preise von DM 170.- zu verk. Ang. unt. Nr. 5491 M

VERSCHIEDENES

Verkaufe 20 Watt Autoverstärker m. Doppeltrichter. 75 Watt VerstärkerTelefunken, div. 10 u. 20 Watt Lautspr. Suche ev. in Gegenlieferung HF-Meßger. u. Mechaniker - Drehbank Zuschr. u. Nr. 5497 N

KATHREIN *Antennen aller Art* KATHREIN

Fernmelde-Meister (oder Vorarbeiter)
Fernmelde-Ingenieur
Arbeitsvorbereiter
ab sofort oder später gesucht.

Es wollen sich nur Herren melden, die über reiche Fertigungserfahrung auf elektronischem Gebiet einschließlich HF-Technik verfügen.

DR. ALFRED RISTOW
Elektrotechnische Spezialgeräte KG., **Karlsruhe-Durlach**
Gritznerwerk

Für Entwicklung und Konstruktion von Rundfunk- u. Fernseh-Empfänger suchen wir zum baldigen Eintritt einen

Konstrukteur

mit nachweislich mehrjähriger Erfahrung auf diesem Gebiet, sowie

Detail-Konstrukteure u. technische Zeichner.

Ferner

HF-Ingenieure

mit abgeschlossener TH- oder HTL-Ausbildung u. mehrjähriger Laborpraxis, speziell in Rundfunkgeräte-Entwicklung.

Bewerbungen mit üblichen Unterlagen erbittet

WEGA-RADIO · STUTTGART · POSTFACH 95

Meß-Ingenieur
(TH oder HTL)

Fachrichtung technische Physik oder Elektronik für spezielle Messungen an Fahrzeugen und Motoren gesucht.

Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin erbitten wir an unsere Personalabteilung für Angestellte.

DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT
Stuttgart-Untertürkheim

Die FUNKSCHAU sucht einen
Rundfunkmechaniker
oder
Rundfunktechniker

mit guten handwerklichen Fähigkeiten und gründlichen elektrischen Kenntnissen im Bau von Empfängern und Meßgeräten. Geboten wird eine interessante vielseitige Tätigkeit im Rahmen der Redaktionsarbeit.

Nur schriftliche Angebote mit Gehaltsansprüchen erbeten an:

Redaktion des FRANZIS-VERLAGES, München, Luisenstr. 17

Ingenieure
Techniker und Rundfunkmechaniker

aus der elektronischen Meß- und Regeltechnik möglichst mit Laborerfahrung zur Bearbeitung von interessanten Geräten aus dem Gebiet der Kernphysik in folgenden Sparten gesucht:

Entwicklung · Fertigung · Prüfung · Außendienst

Zuschriften mit vollständ. Unterlagen erbeten an

FRIESEKE & HOEPFNER G.m.b.H.
Erlangen-Bruck

HF-Ingenieur

(staatl. HTL), gel. Rundfunk-Mechaniker, 5 Jahre FS-Entwicklung und Konstruktionspraxis, 29 Jahre, in ungekündigter Stellung, sucht sich zu verändern.

Angeb. unt. Nr. 5490 K erbet.

Junger, vielseitiger
Rundfunk- u. Fernsehtechniker

f. **Südamerika** gesucht. Es kommen nur Herren in Frage, die auf dem ganzen Gebiet firm sind. Gesellenprüfung mind. gut. Nachweis über Tätigkeit in gr. Reparaturbetrieb, möglichst Fabrikerf. Ia Referenzen Bedingung, gute Fotoamateure bevorzugt. Sprachkenntnisse nicht erforderlich.

Ausführl. Bewerbungen mit Bild unter Nr. 5488 L

ENTWICKLUNGS-INGENIEURE

für Arbeit im Rundfunkwesen gesucht. Hoch- oder Fachschulausbildung erforderlich. Englische Sprachkenntnisse, erwünscht aber nicht Voraussetzung. Angebote unter Nr. 5485 F

Prüffeldingenieure und Prüffeldtechniker

zum baldigen Eintritt gesucht. Nur qualifizierte Herren mit langjährig. Erfahrung auf dem Gebiet des elektronischen Apparatebaus wollen bitte ihre schriftliche Bewerbung unter Angabe der Gehaltsansprüche einreichen an:

SCHOMANDL KG. · MÜNCHEN 25
BAIERBRUNNER STRASSE 28

Jüngere Laborantin

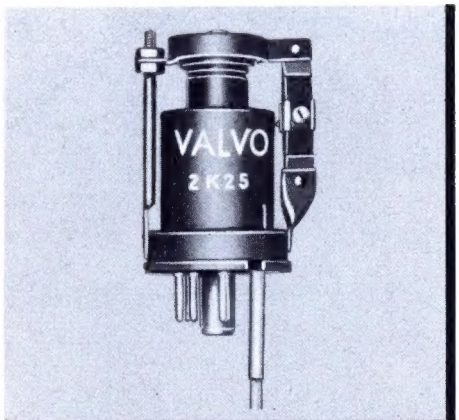
von bekannter Bauelementefabrik in Bayern gesucht, Fachrichtung Elektro-, Schwachstrom- oder HF-Technik, für interessantes Arbeitsgebiet. Gefordert wird selbständige Durchführung einer Anzahl sich wiederholender Prüfungen, große Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt, selbständiger Aufbau einfacher Schaltungen. Hilfskraft vorhanden. Ausführliche Bewerbungsunterlagen mit Lichtbild, handgeschriebenem Lebenslauf, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittsdatums sind zu richten unter „Betr. Werk II" an den Franzis-Verlag unter Nr. 5484 R

Großunternehmen der Elektroindustrie sucht für seine technische Pressestelle

Jung-Ingenieure

der Fachrichtung Fernmeldetechnik und Starkstromtechnik.

Verlangt werden: Gutes Einfühlungsvermögen in technische Vorgänge und die Fähigkeit flüssiger und verständlicher Darstellung. Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf und Zeugnisabschriften sind zu richten unter Nummer 5489 B



Zwei VALVO Reflex-Klystrons

2 K 25 und 723 A/B

VALVO

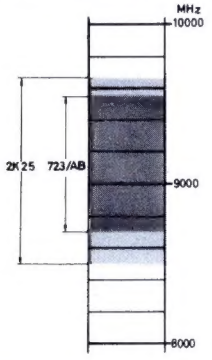
Bis zu Frequenzen von etwa 1000 MHz werden in Oszillatorstufen von Superhet-Empfängern oder HF-Generatoren kleiner Leistung überwiegend Trioden normaler Bauart verwendet. Im dm-Gebiet werden diese im allgemeinen durch Scheiben-Trioden abgelöst. Bei den sehr hohen Frequenzen im Mikrowellen-Bereich treten an deren Stelle Reflex-Klystrons, die bei kleinen äußeren Abmessungen und relativ niedrigen Betriebsspannungen HF-Ausgangsleistungen von einigen 10 mW abgeben können.

Das aus dem Zweikammer-Klystron abgeleitete Reflex-Klystron vereinigt Eingangs- und Ausgangskreis in einem einzigen topfkreisähnlichen Hohlraum-Resonator. Die im Wechselfeld des Resonators geschwindigkeitsmodulierten Elektronen erfahren an einer auf negativem Potential befindlichen Reflektor-Elektrode eine Richtungsumkehr und treten erneut durch den Resonator. Durch die Laufzeit-Unterschiede der geschwindigkeitsmodulierten Elektronen entsteht eine Dichte-Modulation des rückkehrenden Elektronenstrahls, der somit bei geeigneter Einstellung der Reflektorspannung in der Lage ist, an den Hohlraum Energie zu übertragen und eine Schwingungsanfachung zu bewirken.

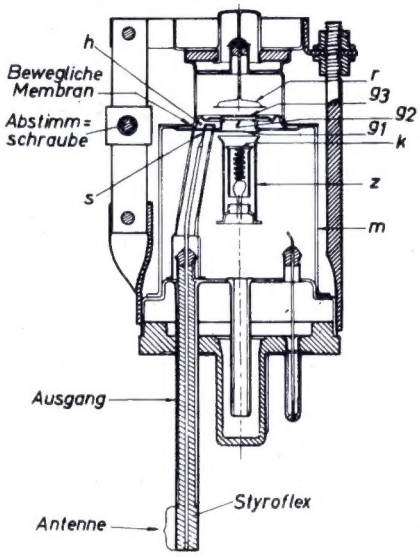
Nach diesem Prinzip arbeiten auch die neuen VALVO Reflex-Klystrons 2 K 25 und 723 A/B, die den amerikanischen Ausführungen äquivalent sind. Den inneren Aufbau dieser beiden Typen zeigt der nebenstehende Querschnitt. Die indirekt geheizte, ebene Katode k ist von einem Zylinder z umgeben, der als Schirm und Fokussier-Elektrode dient. Die aus der Katode austretenden Elektronen werden von der positiven Resonator-Gleichspannung am Gitter g_1 beschleunigt und treten nach Passieren von g_1 durch die darüberliegenden Gitter g_2 und g_3, wobei sie durch die zwischen diesen beiden Gittern liegende Resonator-Wechselspannung eine Geschwindigkeits-Modulation erfahren. Die siebartigen, ebenen Gitter g_2 und g_3 sind konzentrisch in den topfkreisähnlichen Resonator h, der seinerseits mit dem äußeren Röhrenmantel m verbunden ist, eingefügt. Der Reflektor r erhält seine gegenüber dem Hohlraum-Resonator negative Vorspannung über einen nach oben getrennt herausgeführten Anschluß. Mit der Koppelschleife s wird die Energie aus dem Resonator-Hohlraum induktiv ausgekoppelt, über eine Koaxialleitung herausgeführt und über die angeschlossene Antenne in den zugehörigen Hohlleiter eingekoppelt.

Ein Teil der oberen Wandung des Hohlraum-Resonators ist als flexible Membran ausgebildet, an der auch die obere Kappe der Röhre befestigt ist. Durch Drehen der Abstimmschraube kann über einen hoch übersetzten Hebelmechanismus der Abstand zwischen g_3 und g_2 von außen kontinuierlich innerhalb gewisser Grenzen verändert und die Resonanzfrequenz des Reflex-Klystrons dadurch „mechanisch" abgestimmt werden. Eine Frequenzänderung läßt sich in geringerem Maße außerdem noch elektronisch, nämlich durch Verändern der Reflektor-Gleichspannung erreichen. Dadurch ist zusätzlich eine bequeme Möglichkeit zur Frequenz-Modulation gegeben, die man z. B. für automatische Schaltungen zur Frequenz-Steuerung ausnutzen kann.

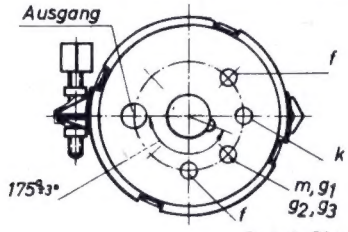
Frequenz-Bereiche



Querschnitt



Ansicht von unten



Sockel: Oktal mit Bohrung für den Ausgang

Die wichtigsten technischen Daten

Heizung:

indirekt durch Wechsel- oder Gleichstrom; Parallelspeisung $U_f = 6{,}3$ V $I_f = 0{,}44$ A

Betriebsdaten:

		2 K 25	723 A/B
Frequenzbereich (mechan. abstimmbar)	(MHz)	8500 bis 9660	8702 bis 9548
Resonator-Gleichspannung	(V)	300	300
Resonator-Gleichstrom	(mA)	25	25
Reflektor-Gleichspannung [1])	(V)	—85 bis —200	—130 bis —185
Ausgangsleistung	(mW)	25	30
Elektron. abstimmbarer Frequenzbereich (Halbwertsbreite) [2])	(MHz)	35	40

[1]) Eingestellt auf maximale Ausgangsleistung bei gegebener Arbeitsfrequenz.

[2]) Frequenzabstand zwischen den Punkten halber Ausgangsleistung, wenn die Reflektorspannung über und unter den Wert für größte Ausgangsleistung eingestellt wird.

ELEKTRO SPEZIAL GMBH
HAMBURG 1
MÖNCKEBERGSTRASSE 7

11 01 55 / 68

212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W,
Tal 1c/4 1ks.